

LAPORAN TAHUNAN PENELITIAN HIBAH BERSAING



JUDUL:

**PENGEMBANGAN UNIT ROBOT LENGAN LENTUR DUA-*LINK* SEBAGAI
SARANA PENGEMBANGAN KOMPETENSI BIDANG OTOMASI DAN
ROBOTIKA GURU-GURU SMK JURUSAN LISTRIK DAN ELEKTRONIKA**

TIM PENELITIAN :

1. Moh. Khairudin, MT, PhD. (NIDN: 12047901)
2. Zamtinah, MPd. (NIDN: 17026205)
3. T. H. Trimaryadi, M.Pd. (NIDN: 6046804)
4. Ilmawan Mustakim, MT. (NIDN: 3128001)

Dibiayai oleh:

Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat

Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penugasan Penelitian Hibah Bersaing

Nomer : 22/HB-Multitahun/UN 34.21/2013 tanggal 13 Mei 2013

UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

TAHUN 2013

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Kegiatan

: Pengembangan Unit Robot Lengan Lentur Dua-Link Sebagai Sarana Pengembangan Kompetensi Bidang Otomasi dan Robotika Guru-Guru SMK Jurusan Listrik dan Elektronika

Peneliti / Pelaksana

Nama Lengkap

: MOH. KHAIRUDIN M.T., Ph.D.

NIDN

: 0012047901

Jabatan Fungsional

:

Program Studi

: Pendidikan Teknik Elektro

Nomor HP

: 085878754037

Surel (e-mail)

: moh_khairudin@yahoo.com

Anggota Peneliti (1)

Nama Lengkap

: ZAMTINAH

NIDN

: 0017026205

Perguruan Tinggi

: UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

Anggota Peneliti (2)

Nama Lengkap

: TOTOK HERU TRI MARYADI M.Pd.

NIDN

: 0006046804

Perguruan Tinggi

: UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

Anggota Peneliti (3)

Nama Lengkap

: ILMAWAN MUSTAQIM S.Pd., MT.

NIDN

: 0003128001

Perguruan Tinggi

: UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

Institusi Mitra (jika ada)

Nama Institusi Mitra

:

Alamat

:

Penanggung Jawab

:

Tahun Pelaksanaan

: Tahun ke 1 dari rencana 3 tahun

Biaya Tahun Berjalan

: Rp. 50.000.000,00

Biaya Keseluruhan

: Rp. 150.000.000,00



Mengetahui
Dekan FT UNY

(Dr. Moch Bruri Triyono)

NIP/NIK 195602161986031003

Yogyakarta, 28 - 11 - 2013,
Ketua Peneliti,

(MOH. KHAIRUDIN M.T., Ph.D.)

NIP/NIK 197904122002121002



Menyetujui,
Ketua LPPM UNY

(Prof. Dr. Anik Ghufro)

NIP/NIK 196211111988031 001

PENGEMBANGAN UNIT ROBOT LENGAN LENTUR DUA-LINK SEBAGAI SARANA PENGEMBANGAN KOMPETENSI BIDANG OTOMASI DAN ROBOTIKA GURU-GURU SMK JURUSAN LISTRIK DAN ELEKTRONIKA

Moh Khairudin, TH Trimaryadi, Zamtinah, Ilmawan

ABSTRAK

Robot lengan lentur dua-link merupakan jenis robot lengan dengan material lengan yang lentur (flexible). Robot lengan lentur dua-link digunakan dalam aplikasi eksplorasi ruang angkasa dikarenakan memiliki material tipis dan ringan. Juga digunakan untuk membantu manusia dalam aktivitas yang rawan bahaya seperti eksplorasi bawah tanah, proses operasi pembedahan mikro dan pemeliharaan peralatan nuklir. Robot lengan lentur dua-link ini belum pernah ada di lingkungan kampus Indonesia sebagai alat peraga untuk pengembangan kompetensi dalam bidang otomasi dan robotika.

Kegiatan penelitian ini ditujukan sebagai rangkaian Tri Dharma Perguruan Tinggi sebagai berikut: **Pertama** perancangan dan manufacturing unit robot lengan lentur dua-link melalui penelitian rancang bangun dengan proses yang jauh lebih murah dan kualitas hampir sama dibandingkan dengan pembelian modul jadi robot lengan lentur dua-link; **Tujuan kedua** adalah pembuatan modul dan *jobsheet* untuk mengimplementasikan Unit Robot Lengan Lentur Dua-Link sebagai media pendidikan di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro FT UNY, sehingga diperoleh data tentang efektivitas, kendala yang akan terjadi beserta solusinya; **Tujuan ketiga** adalah mengemban misi Pengabdian Pada Masyarakat berupa kegiatan Pengembangan kompetensi bagi guru SMK Kelompok Teknologi Industri negeri dan swasta di Propinsi Yogyakarta melalui kegiatan sosialisasi, pelatihan desain dan pengoperasian Unit Robot Lengan Lentur Dua-Link. **Adapun tujuan jangka panjang** dari penelitian ini adalah dengan digunakannya unit ini sebagai salah satu media pendidikan (alat bantu pengajaran) maka mahasiswa, guru dan siswa SMK Jurusan listrik dan elektronika akan mempunyai kompetensi bidang otomatisasi dan robotika yang sangat dibutuhkan dimasa mendatang terlebih pada era kecanggihan teknologi ini.

Lokasi kegiatan penelitian dilakukan di Laboratorium Kendali Jurusan pendidikan Teknik Elektro FT UNY, kegiatan sosialisasi, pendidikan dan latihan bagi guru SMK dilaksanakan di Lembaga Pengabdian Pada Masyarakat UNY. Sedangkan implementasi Robot Lengan Lentur Dua-Link di SMK dilaksanakan di empat SMK negeri dan swasta yang dipandang potensial untuk mengembangkan Unit Robot Lengan Lentur Dua-Link.

Metode penelitian yang digunakan pada tahap pembuatan desain dan manufaktur Unit Robot Lengan Lentur Dua-Link adalah pendekatan rancang bangun dan eksperimen, sedang pada tahap implementasi alat tersebut di dalam PBM digunakan pendekatan penelitian eksperimen.

Target hasil penelitian: (1) Tahun pertama: dapat dihasilkan Unit Robot Lengan Lentur Dua-Link yang siap digunakan sebagai media pendidikan, baik di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro FT UNY maupun di SMK; (2) Tahun kedua: dapat dihasilkan modul pelatihan, *jobsheet*, beserta instrumen evaluasinya, dan data efektivitas & model penerapan unit alat tersebut di dalam PBM; (3) Pada tahun ketiga: Unit Robot Lengan Lentur Dua-Link dapat disosialisasikan kepada guru-guru SMK di Propinsi Yogyakarta; dan empat sekolah yang potensial dapat dijadikan pilot proyek untuk mengimplementasikan alat tersebut sebagai media pendidikannya. Selanjutnya bagi guru maupun siswa peserta pelatihan, akan disertakan dalam uji kompetensi maupun sertifikasi di LSP Bidang Otomasi dan Kendali Industri.

Katakunci: Kompetensi, media pembelajaran, robot lengan lentur dua-link.

PRAKATA

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Allah YME, tim peneliti telah menyelesaikan proses penelitian pada tahap I (tahun I) dengan judul Pengembangan Unit Robot Lengan Lentur Dua-*Link* (RLLDL) Sebagai Sarana Pengembangan Kompetensi Bidang Otomasi dan Robotika Guru-Guru SMK Jurusan Listrik dan Elektronika. Penelitian ini dirancang dalam tiga tahap (tahun) dengan tahapan desain dan rancang bangun hardware robot, penyusunan kelengkapan RLLDL sebagai media pembelajaran dan tahap terakhir implementasi RLLDL sebagai sarana pengembangan kompetensi bidang otomasi dan robotika.

Tim peneliti menyampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak terkhusus pada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan yang telah membiayai penelitian ini. Kepada LPPM UNY yang menjadi penggawa semua penelitian di UNY kami sampaikan terima kasih. Kepada Jurusan Pendidikan Teknik Elektro sebagai house penelitian kami sangat mengucapkan terima kasih atas semua kontribusi.

Penelitian tahun pertama ini masih terdapat kekurangan oleh karena itu kami sangat berharap saran dan kritik demi perbaikan penelitian di tahun berikutnya. Kami berharap penelitian ini akan menghasilkan karya yang unik dan spesifik.

Yogyakarta, 20 November 2014

Tim Peneliti

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
RINGKASAN	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	v
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Batasan dan Rumusan Masalah	1
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
BAB III TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	5
BAB IV METODE PENELITIAN	7
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	11
BAB VI RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA (untuk laporan tahunan)	20
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN	21
DAFTAR PUSTAKA	22
LAMPIRAN Instrument	23
Personalia tenaga peneliti beserta kualifikasinya	24
Publikasi di <i>Proceedings of International Seminar on Electrical, Inforamtics, and Its Education</i>	42

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Penelitian ini melakukan terobosan manufacturing robot lengan lentur dua-*link* dengan proses yang jauh lebih murah dan kualitas hampir sama dibandingkan dengan pembelian modul yang sudah jadi.

Robot lengan lentur dua-*link* yang dirancang dalam penelitian ini juga sangat potensial dilakukan diversifikasi fungsi sesuai misi Tri Dharma Perguruan Tinggi, meliputi dharma pendidikan dan pengajaran dengan asumsi bahwa alat ini digunakan sebagai media pendidikan dalam rangka meningkatkan kompetensi peserta didik; dharma penelitian asumsinya adalah bahwa alat ini didesain dan dibuat melalui penelitian rancang bangun dan eksperimen; sedangkan pemanfaatan alat ini ditinjau dari fungsi dharma pengabdian pada masyarakat adalah melalui kegiatan penyuluhan, pendidikan, dan latihan desain, manufakturing, dan pengoperasian robot lengan lentur dua-*link*.

Dengan terbangunnya robot lengan lentur dua-*link* maka peneliti bermaksud akan menawarkan untuk dapat melanjutkan penelitian ke tingkat lanjut yaitu dengan bekerjasama penelitian bersama kampus di luar negeri, karena penelitian tentang robot lengan lentur dua-*link* masih menjadi issue hangat di beberapa jurnal internasional.

B. Batasan dan Rumusan Masalah

- 1) Untuk mengatasi kelangkaan teknisi bidang robot lengan, lembaga pendidikan sejenis dan yang relevan (SMK atau perguruan Tinggi) sudah saatnya dilengkapi dengan fasilitas unit robot lengan lentur dua-*link*, terutama yang didesain untuk media pendidikan dan latihan.
- 2) Sehingga batasan masalah tahun pertama adalah bagaimana melakukan rancang bangun unit robot lengan lentur dua-*link*.
- 3) Dibanding produk sejenis yang sudah ada di pasaran, unit robot lengan lentur dua-*link* yang dihasilkan dari kegiatan ini memiliki beberapa kelebihan, yaitu selain bisa dimanfaatkan sebagai penambahan khazanah bidang robotika, juga bisa digunakan sebagai media pendidikan dan latihan. Kelebihan lainnya adalah dari segi harga

yang bisa dikatakan sangat kompetitif dan lebih terjangkau untuk kalangan lembaga pendidikan. Berdasar survei pasar, harga robot lengan lentur dua-*link* berkisar 600 juta rupiah, sedangkan unit robot lengan lentur dua-*link* hasil kegiatan ini diperkirakan seharga 40 juta.

- 4) Unit robot lengan lentur dua-*link* ini juga sangat potensial dilakukan diversifikasi fungsi sesuai misi Tri Dharma Perguruan Tinggi, meliputi dharma pendidikan dan pengajaran dengan asumsi bahwa alat ini digunakan sebagai media pendidikan dalam rangka meningkatkan kompetensi peserta didik dalam latihan desain, manufakturing, dan pengoperasian Unit robot lengan lentur dua-*link* kepada guru-guru SMK.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Penggunaan robot lengan lentur ini digunakan dalam banyak aplikasi mulai dari proses pengangkutan barang bawaan, operasi pembedahaan mikro, pemeliharaan peralatan nuklir dan sangat cocok untuk robot ruang angkasa (Dwivedy and Eberhard, 2006). Pemilihan menggunakan robot lengan lentur dua-*link* pada aplikasi yang praktis, karena jenis robot ini menyediakan banyak kelenturan dan fleksibilitas. Hal ini sangatlah penting untuk melacak sifat kelenturan alamiah dari bahan material yang tipis dengan model matematis (Mohamed *et al.*, 2005). Pada perhitungan matematis kelenturan robot lengan lentur satu-*link* juga telah dilakukan menggunakan metode particle swarm optimisation (Alam and Tokhi, 2007). Sedangkan penguraian kelenturan dan karakteristik robot lengan dua-*link* telah dilakukan menggunakan metode mode pengandaian (Khairudin *et al.*, 2010). Sedangkan Tian *et al.* (2009) juga telah melakukan perhitungan matematis menggunakan metode koordinat titik absolute untuk mengetahui kelenturan lengan pada robot lengan lentur. Adapun untuk mengantisipasi kelenturan yang berlebih, telah dilakukan pengembangan proses pengendalian pada robot lengan lentur ini menggunakan system kendali kokoh (Olalla *et al.*, 2010).

Kompetensi Robot Lengan Lentur Dua-Link dalam Pembelajaran Bidang Otomasi. Kompetensi merupakan suatu pernyataan yang menggambarkan penampilan suatu kemampuan tertentu secara bulat yang merupakan perpaduan antara pengetahuan dan kemampuan/keterampilan yang dapat diamati dan diukur (Zamtinah *dkk.*, 2008). Terkait dengan penerapan KBK (kurikulum berbasis kompetensi) di Indonesia, diharapkan dengan penerapan KBK ini dapat menghasilkan lulusan yang mampu berkompetensi pada tingkat global (Abdul Gafur *dkk.*, 2001). Implementasi kurikulum pendidikan berdasarkan kompetensi adalah pengembangan silabus dan sistem pengajaran berdasarkan kebutuhan pengguna lulusan atau standar nasional (Parjono *dkk.*, 2003). Dengan demikian, acuan yang digunakan untuk mengembangkan silabus dan sistem pengujian adalah kompetensi yang ada di pasaran dunia kerja atau standar nasional.

Berdasarkan uraian di atas, suatu kurikulum dinamakan sebagai Kurikulum Berbasis Kompetensi apabila kurikulum dengan segala perangkatnya memiliki target atau tujuan agar siswanya mempunyai profil yang dapat menggambarkan penampilan tertentu secara bulat yang dapat diamati dan diukur taraf pencapaiannya. Pembelajaran lengan robot dua-*link* yang memanfaatkan unit lengan robot dua-*link* yang akan dikembangkan oleh dosen-

dosen jurusan elektro secara umum dapat dimanfaatkan sebagai berikut (1) Latihan dan praktek, pengajar menyediakan materi latihan dan tugas praktek. Mahasiswa menguji pengetahuan dan mempraktekan pengetahuan secara mandiri dan kreatif. (2) Penjelasan, unit ini dimanfaatkan untuk pendukung menyampaikan materi sistem tenaga. (3) Simulasi, unit ini dipakai untuk simulasi sistem robot pada materi *open loop operation*, *closed loop operation*, dan lain-lain.

Pembelajarann Unit Robot Lengan Lentur Dua-Link sebagai Sarana Pengembangan Kompetensi. Masalah yang sangat urgen dan aktual di bidang pendidikan dan kaitannya dengan dunia kerja adalah ketidaksiapan di hampir semua jenis dan jenjang pendidikan untuk memasuki dunia kerja. Khusus bagi pendidikan teknik permasalahan yang dipandang mengerucut adalah terbatasnya fasilitas praktik, sehingga di dalam pembelajarannya masih banyak diisi dengan materi yang bersifat teoritis.

Sistem Pengajaran Bermodul, keberhasilan peserta didik mencapai tujuan belajar yang diinginkan tergantung pada banyak factor yang bersumber pada kepribadiannya, yaitu : 1) bakat mahasiswa untuk sesuatu tugas kuliah (tingkat awal); 2) minat dan motivasi; 3) kemampuan belajar; 4) mutu pendidikan yang dikehendaki; dan 5) waktu belajar yang tersedia atau yang diperbolehkan (Zamtinah *dkk*, 2008).

BAB III

TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

A. Tujuan Penelitian

- 1) Menghasilkan unit robot lengan lentur dua-*link* yang dapat digunakan sebagai media pendidikan.
- 2) Menghasilkan modul pelatihan sesuai analisis skill yang diperlukan untuk menguasai kompetensi mendesain dan mengoperasikan Unit robot lengan lentur dua-*link*.
- 3) Menghasilkan instrumen evaluasi sesuai analisis skill atau kompetensi yang harus dimiliki peserta pelatihan
- 4) Menghasilkan model pembelajaran unit robot lengan lentur dua-*link* yang efektif
- 5) Dapat dilaksanakan pelatihan pemanfaatan unit robot lengan lentur dua-*link* bagi guru SMK Kelompok Teknologi Industri negeri dan swasta di Kota Yogyakarta.
- 6) SMK yang potensial dan dipilih sebagai pilot proyek mampu mengimplementasikan unit robot lengan lentur dua-*link* sebagai media pendidikannya.
- 7) Setelah terbangunnya robot lengan lentur dua-*link* maka peneliti bermaksud akan menawarkan untuk dapat melanjutkan penelitian ke tingkat lanjut dan advance pada bidang kendali dan robotika yaitu dengan bekerjasama penelitian bersama kampus di luar negeri, karena penelitian tentang robot lengan lentur dua-*link* masih menjadi issue hangat di beberapa jurnal internasional.

B. Manfaat Penelitian

- 1) Perkembangan teknologi otomasi dan robotika di Indonesia akan terus meningkat sejalan dengan lajunya pembangunan. Untuk perkembangan teknologi robotika di Indonesia Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi DepDikBud setiap tahunnya melakukan Kompetisi Robot Indonesia (KRI) maupun Kompetisi Robot Cerdas Indonesia (KRCI). Kompetisi ini pada jenis robot *mobil robot* baik yang beroda maupun berkaki. Tim robot dari Universitas Negeri Yogyakarta adalah salah satu tim yang selalu lolos seleksi di tingkat nasional. Dari kompetisi yang dilakukan oleh Dikti ini sebagian besar peserta belum banyak memanfaatkan jenis *manipulator robot* (robot lengan) terlebih robot lengan lentur. Dampak yang

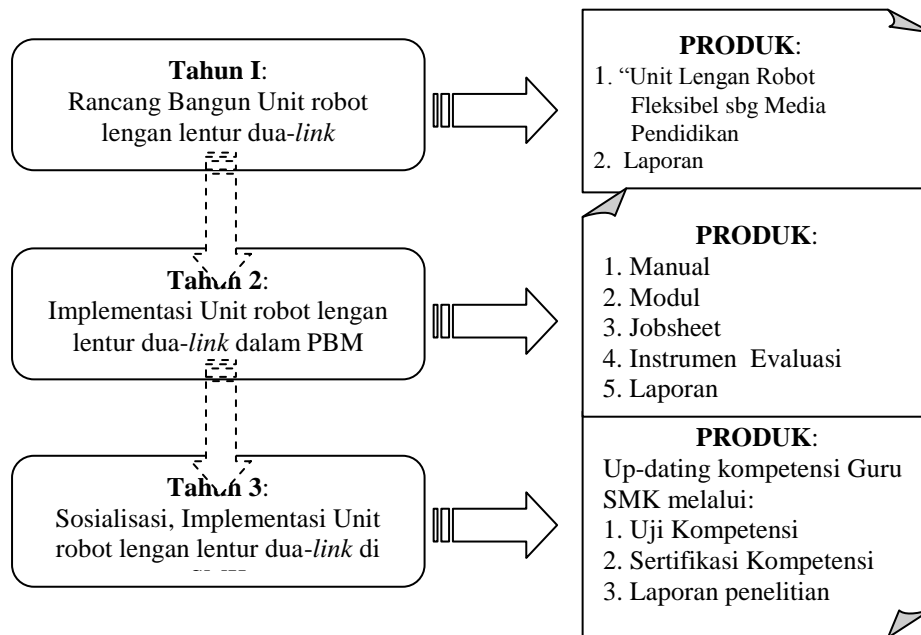
ditimbulkan akibat kondisi ini adalah hampir tidak adanya alat peraga di kampus Indonesia bidang otomasi dan robotika yang berupa robot lengan lentur dua-*link*.

- 2) Di dunia usaha dan industri kompetensi bidang otomasi dan robotika pada jenis robot lengan lentur dua-*link* harus dimiliki oleh ahli teknik atau teknisi elektrikal yang bertugas pada sistem kendali listrik. Teknisi bidang ini biasanya memiliki kualifikasi pendidikan SMK plus, atau setara diploma. Akan tetapi tenaga teknik yang mempunyai kompetensi pada bidang ini sangat langka, padahal kebutuhan akan teknisi bidang otomasi dan robotika khusus jenis robot lengan selalu meningkat seiring dengan perkembangan teknologi, pembangunan industri, kantor, hotel, dan sebagainya.
- 3) Untuk mengatasi kelangkaan teknisi bidang robot lengan, lembaga pendidikan sejenis dan yang relevan (SMK atau perguruan Tinggi) sudah saatnya dilengkapi dengan fasilitas unit robot lengan lentur dua-*link*, terutama yang didesain untuk media pendidikan dan latihan.
- 4) Dibanding produk sejenis yang sudah ada di pasaran, unit robot lengan lentur dua-*link* yang dihasilkan dari kegiatan ini memiliki beberapa kelebihan, yaitu selain bisa dimanfaatkan sebagai penambahan khazanah bidang robotika, juga bisa digunakan sebagai media pendidikan dan latihan. Kelebihan lainnya adalah dari segi harga yang bisa dikatakan sangat kompetitif dan lebih terjangkau untuk kalangan lembaga pendidikan. Berdasar survei pasar, harga robot lengan lentur dua-*link* berkisar 600 juta rupiah, sedangkan unit robot lengan lentur dua-*link* hasil kegiatan ini diperkirakan seharga 40 juta.
- 5) Unit robot lengan lentur dua-*link* ini juga sangat potensial dilakukan diversifikasi fungsi sesuai misi Tri Dharma Perguruan Tinggi, meliputi dharma pendidikan dan pengajaran dengan asumsi bahwa alat ini digunakan sebagai media pendidikan dalam rangka meningkatkan kompetensi peserta didik; dharma penelitian asumsinya adalah bahwa alat ini didesain dan dibuat melalui kegiatan penelitian rancang bangun dan eksperimen; sedangkan pemanfaatan alat ini ditinjau dari fungsi dharma pengabdian pada masyarakat adalah melalui kegiatan penyuluhan, pendidikan, dan latihan desain, manufakturing, dan pengoperasian Unit robot lengan lentur dua-*link* kepada guru-guru SMK.

BAB IV

METODE PENELITIAN

Penelitian ini akan dilaksanakan mulai dari tahun pertama hingga tahun ketiga dengan metode dan kegiatan penelitian sebagaimana dijelaskan melalui Gambar 1 berikut ini:



Desain mekanik robot lengan lentur dua-link telah dilakukan dan hasilnya dapat dilihat dilampiran. Adapun metode dan instrument penelitian sebagaimana terangkum dalam Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1: Metode dan instrument penelitian

TAHUN KE:	VARIABEL/PARAMETER YANG DIUKUR	METODE	INSTRUMEN
Pertama	Unjuk Kerja Unit robot lengan lentur dua-link secara manual	Eksperimen	Checklist
	Unjuk kerja Unit robot lengan lentur dua-link secara otomatis	Eksperimen	Checklist
	Uji kinerja sistem sensor	Observasi	- Lembar observasi - Checklist
	Uji kinerja actuator	Observasi	- Lembar observasi - Checklist
	Uji kinerja system kendali	Observasi	- Lembar observasi - Checklist
	Manual (Petunjuk Cara Menggunakan) Unit robot lengan lentur dua-link	Analysis Content	- Kuesionar - Checklist
	Modul Pembelajaran	Analysis Content	- Kuesionar

Kedua			- Checklist
	Instrumen evaluasi	Analysis Content	- Kuesionar - Checklist
	Efektivitas	-Angket -Eksperimen - Wawancara -Observasi	- Angket - Pedoman Wawancara - Lembar observasi
	Motivasi peserta	-Angket - Wawancara -Observasi	- Angket - Pedoman Wawancara - Lembar observasi
Ketiga	Sosialisai dan Pelatihan	- Angket - Wawancara	- Angket - Pedoman wawancara
	Uji kompetensi peserta	-Tes	- Soal tes - Wawancara - Lembar Kerja Praktik
	Sertifikasi	- Tes	- Soal tes - Wawancara - Lembar Kerja Praktik

Penjelasan bagan alir di atas adalah sebagai berikut:

Tahun I : Jenis penelitian rancang bangun dan eksperimen

- Melakukan studi kelayakan dan analisis kebutuhan tentang Unit robot lengan lentur dua-*link* untuk media pendidikan
- Membuat desain rangkaian
- Pengadaan komponen rangkaian
- Perakitan (manufakturing) komponen
- Pengujian unjuk kerja alat
- Revisi dan penyempurnaan

Tahun II : Jenis Penelitian Quasy Experiment

- Persiapan dan studi pendahuluan
- Penyusunan manual, modul, jobsheet, dan lembar evaluasi PBM
- Validasi manual, modul, jobsheet, dan lembar (instrumen) evaluasi dilakukan melalui analisis konten dan expert judgment

- d. Pengembangan model proses belajar mengajar dan sertifikasi kompetensi robot lengan lentur dua-*link*.
- e. Validasi Model, Penelitian Quasy Experiment digunakan dalam penelitian ini, karena dalam situasi tidak bisa sepenuhnya melakukan kontrol eksperimen, misalnya jadwal kondisi eksperimen, randomisasi.
- f. Pengujian Model, Pengujian terbatas dilakukan pada PBM Matakuliah Robotika di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro/Mekatronika FT UNY dengan tiga kali pengujian. Metode eksperimen model single *one shot case study*.

Tahun III : Jenis Penelitian Quasy Experiment

- a. Sosialisasi Unit robot lengan lentur dua-*link* sebagai media pendidikan (Unit robot lengan lentur dua-*link for Education Trainer*) di kalangan Kepala Sekolah dan guru-guru SMK negeri dan swasta di Propinsi Yogyakarta
- b. Menentukan tiga SMK negeri dan swasta yang potensial sebagai sasaran pengembangan dan pelatihan Unit robot lengan lentur dua-*link*
- c. Melakukan kegiatan pelatihan bagi guru SMK mulai dari pelatihan desain robot lengan lentur dua-*link*, sampai pada implementasinya di dalam PBM
- d. Uji kompetensi dan sertifikasi
- e. Pengujian yang lebih luas

Desain eksperimen menggunakan one group pretest-post.

Desain ini diterapkan pada ketiga SMK. Setiap uji dilakukan pengujian selama tiga kali. Efektivitas model uji dan sertifikasi kompetensi siswa di SMK akan tampak pada pengujian signifikansi uji t.

- f. Setelah guru SMK peserta pelatihan memiliki kompetensi Unit robot lengan lentur dua-*link*, tahap berikutnya adalah mengimplementasikannya di dalam PBM di sekolahnya masing-masing.
- g. Evaluasi dan penyempurnaan

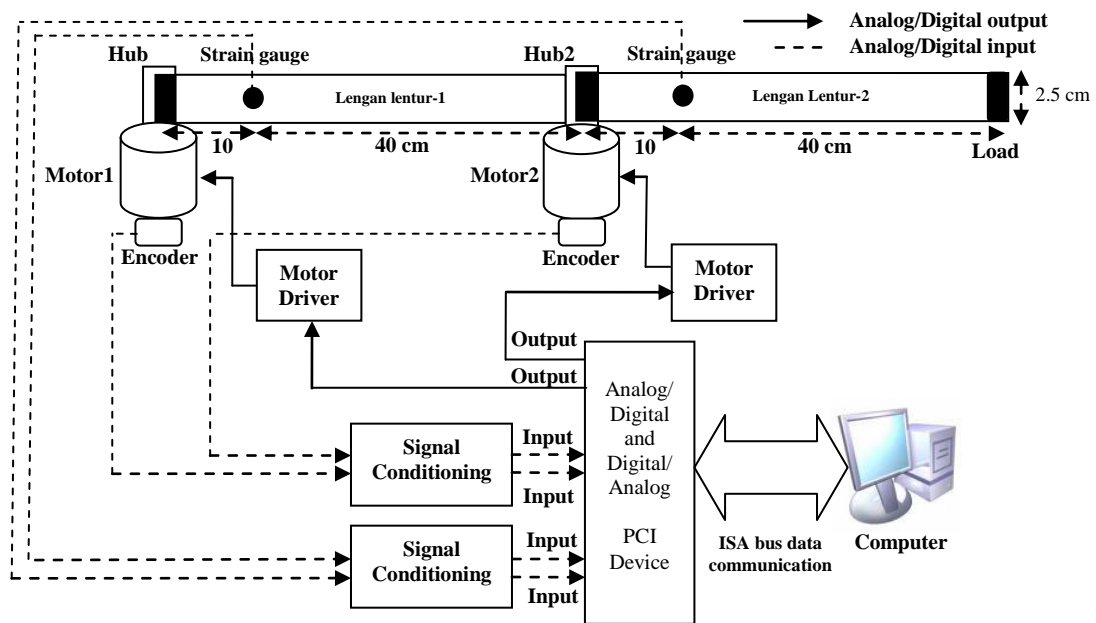
Jadwal Pelaksanaan Tahun 1:

No.	Uraian Kegiatan	Penanggung-jawab	Bulan Ke: (sejak disetujui)									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Persiapan dan koordinasi kegiatan penelitian	Ketua (Moh Khairudin)										
2.	Seminar instrumen	Moh Khairudin										
3.	Penyempurnaan instrumen penelitian	Moh Khairudin										
4.	Pelaksanaan Penelitian:											
	a. Membuat desain	Anggota 1: Zamtinah										
	b.Perakitan dan manufakturing hardware	Anggota 2: TH. Maryadi										
	c. Pemrograman software rangkaian kontrol	Anggota 3: Ilmawan										
5.	Pengujian unjuk kerja	Tim Peneliti										
6.	Perbaikan dan finishing unit AMF	Tim Peneliti										
6.	Laporan Kemajuan	Moh Khairudin										
7.	Seminar hasil	Moh Khairudin										
8.	Revisi dan pembuatan laporan	Tim Peneliti										

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

Langkah pertama dalam penelitian ini untuk tahun pertama adalah melakukan rancang bangun robot lengan lentur dua-link. Adapun system robot lengan lentur dua-link pada penelitian ini adalah seperti terlihat pada Gambar 2 berikut:



Gambar 2: Skema diagram robot lengan lentur dua-link

Gambar 2. di atas memberikan ilustrasi bahwa kelenturan lengan menjadi hal yang substansi dengan perhitungan yang valid sehingga mampu menopang beban benda bawaan sebagaimana pada robot lengan biasa. Menurut Mohammed *et al.* (2005), robot lengan lentur adalah jenis robot lengan lentur terdiri dari:

1. Lengan lentur, adapun spesifikasi lengan lentur yang akan dirancang dapat dilihat dalam Tabel 1:

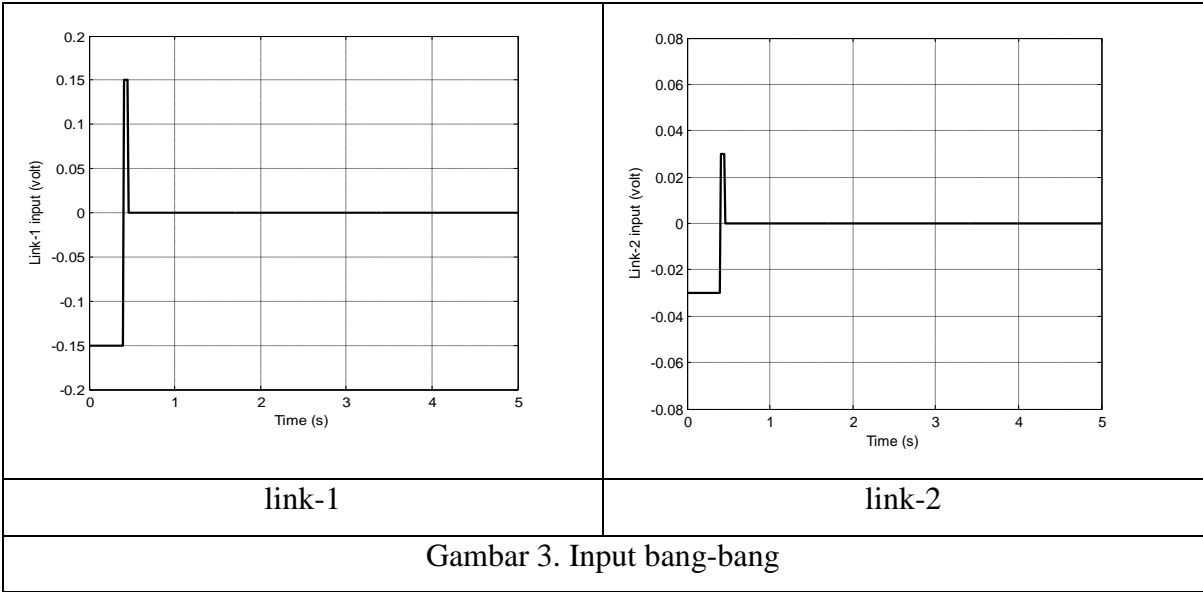
Tabel 1: Parameter lengan lentur pada robot lengan lentur dua-link (diambil dari Khairudin *et al.*, 2010)

Simbol	Parameter	Link-1	Link-2	Unit
m_1, m_2	Massa link	0.08	0.05	kg
P	Massa densitas	2666.67	2684.56	kgm^{-1}
EI	Flexural rigidity	1768.80	597.87	Nm^2
J_{h1}, J_{h2}	Inersia motor and hub	1.46×10^{-3}	0.60×10^{-3}	kgm^2
M_p	Massa beban (maximum)	-	0.1	kg
\bar{J}_p	Inersia beban(maximum)	-	0.05×10^{-3}	kgm^2
l_1, l_2	Panjang link	0.5	0.5	m
	Lebar of link	0.03	0.025	m
	Ketebalan of link	2×10^{-3}	1.49×10^{-3}	m
J_{o1}, J_{o2}	Moment inertia	5×10^{-3}	3.125×10^{-3}	kgm^2
M_{h2}	Massa pusat rotor	-	0.155	kg

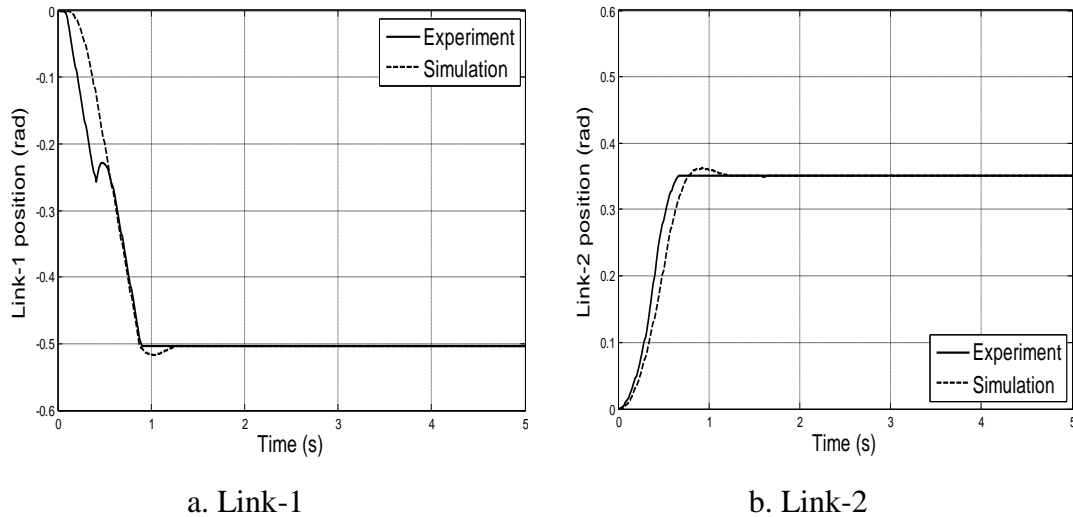
2. Peralatan sensor, sensor-sensor yang digunakan dalam robot lengan lentur dua-link terdiri dari: 1) encoder yang terdiri dari 2 buah, yaitu sebagai sensor putaran motor pada setiap motor *link-1* dan *link-2*. Pada penelitian ini direncanakan menggunakan encoder HEDL-5540 dan HEDS-5540. 2) strain gauge adalah sensor untuk mengukur pembelokan pada kelenturan setiap *link*. 3) accelerometer sebagai sensor kecepatan pada gerakan ujung *link-2*. 4) *limit switch*, sebagai pembatas pada gerakan putaran robot pada papan kerja robot.
3. Motor driver dan amplifier, dua jenis motor DC sebagai penggerak setiap *link*, dilengkapi dengan driver dan amplifier. Rencana akan digunakan motor DC tipe RE 40 dan RE 35.
4. *Interfacing Card* dan *digital processing*, untuk interfacing card direncanakan akan menggunakan PCI 6221 yang akan terhubung dengan komputer sebagai proses kendalinya. Sebagai pemroses data awal dari sensor akan dilengkapi dengan *signal conditioning*. Signal conditioning untuk input sensor strain-gauge dan input encoder serta accelerometer.
5. *Power supply*, sebagai sumber dari semua motor penggerak dan sensor-sensor yang diperlukan.

Pada tahun pertama, setelah selesai melakukan rancang bangun, maka dilakukan analisa terhadap karakteristik robot selanjutnya dibandingkan dengan simulasi yang telah dilakukan. Apakah karakteristik robot telah sesuai dengan simulasi yang dilakukan sebelumnya ataukah adakah kekhasan karakteristik pada kondisi riil. Berikut akan disampaikan data hasil analisa pada sistem gerakan lengan robot.

Pada tahap awal, dilakukan identifikasi terhadap gerakan robot dengan memberikan input pada setiap lengan (link-1 dan link-2). Input yang diberikan pada link-1 dan link-2 adalah input bang-bang sebesar 0.15 V untuk link-1 dan ± 0.03 V untuk link-2. Input bang-bang adalah sinyal positif yang diikuti dengan sinyal negatif dengan periode waktu yang hampir sama sehingga memungkinkan lengan robot berhenti tanpa memberikan saklar on dan off. Input bang-bang dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



Analisa gerakan robot dilakukan dengan melakukan variasi gerakan beban pada ujung lengan 2. Variasi pertama dilakukan dengan gerakan tanpa beban. Gerakan selanjutnya adalah memberikan beban pada ujung lengan kedua dengan berat 50 gram. Tahap selanjutnya mengganti beban pada ujung lengan kedua dengan beban 100 gram. Hasil gerakan robot untuk lengan 1 dan lengan 2 pada saat tidak tanpa pembebanan pada ujung lengan kedua dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Gerakan lengan robot tanpa beban

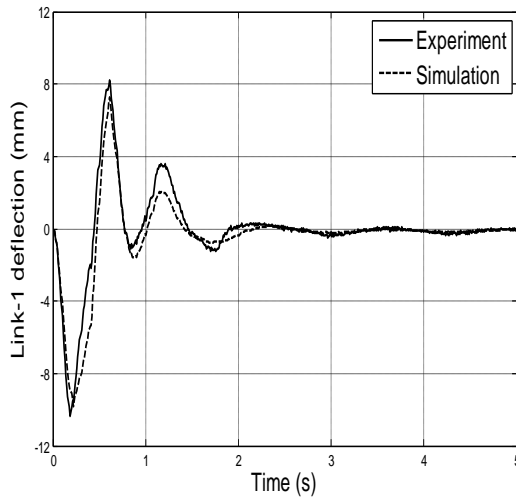
Analisa gerakan robot dengan perbandingan menggunakan beberapa beban dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Perbandingan respon gerakan robot dengan variasi beban

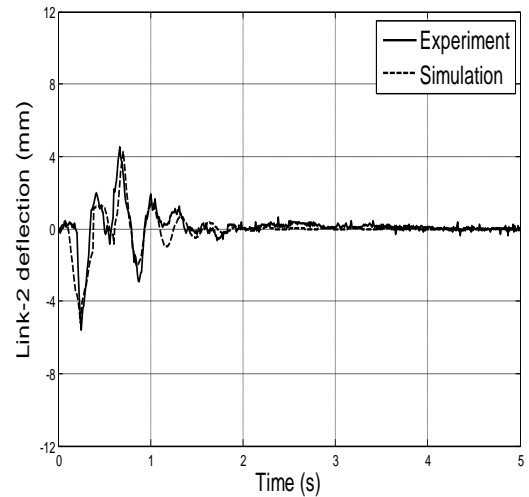
Payload (g)	Link-1				Link-2			
	Settling time (s)		Overshoot (%)		Settling time (s)		Overshoot (%)	
	Sim	Exp	Sim	Exp	Sim	Exp	Sim	Exp
0	0.85	0.88	2.05	0.11	0.75	0.63	2.77	0.13
50	1.04	0.95	2.16	0.13	0.85	0.65	2.89	0.16
100	1.08	1.01	2.37	0.17	0.91	0.67	3.28	0.22

Tabel 2 menjelaskan bahwa dengan semakin bertambahnya beban maka kondisi kecepatan terhadap respon untuk menuju gerakan yang sesuai dengan input akan lebih lambat dengan semakin beratnya beban. Hal ini ditunjukkan pada hasil simulasi maupun hasil eksperimen. Pada kondisi overshoot juga terjadi hal yang sama, semakin bertambah berat beban maka overhoot respon akan semakin lebih besar.

Analisa selanjutnya adalah pada tingkat kelengkungan lengan robot. Hasil analisa kelengkungan lengan robot dapat dilihat pada Gambar 5 berikut.



a. Link-1



b. Link-2

Gambar 5: Analisa kelengkungan lengan robot tanpa beban

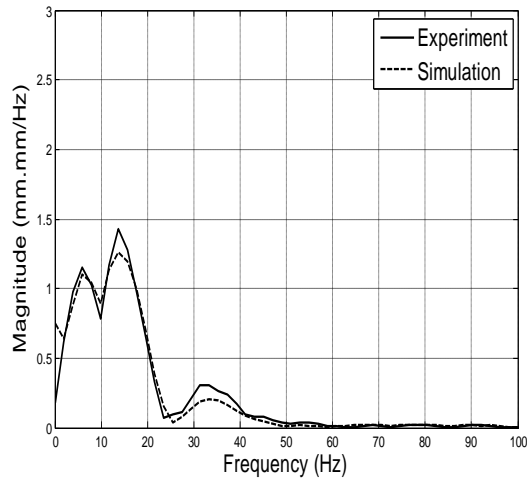
Analisa kelengkungan juga dilakukan pada saat robot membawa beban. Perbandingan tingkat kelengkungan lengan untuk link-1 dan link-2 dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Perbandingan kelengkungan pada robot lengan link-1 dan link-2

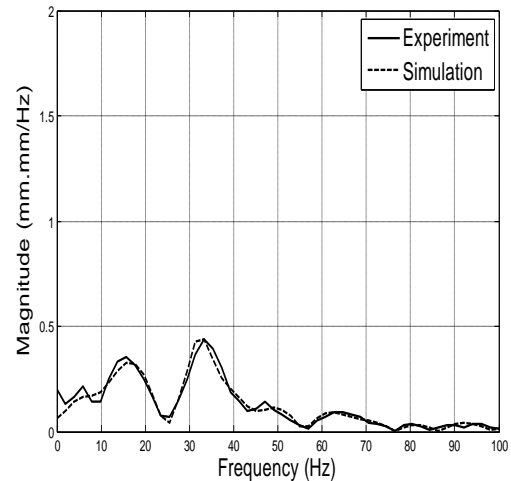
Beban (g)	Max. Lengkungan link-1 (mm)		Max. Lengkungan of link-2 (mm)	
	Sim	Exp	Sim	Exp
0	9.8	10.3	5.2	5.5
50	11.8	11.5	7.5	8.0
100	12.0	12.2	9.5	10.0

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat bahwa tingkat kelengkungan semakin panjang apabila robot lengan dibebani dengan beban. Semakin bertambah beban bawaan maka kelengkungan akan bertambah. Hal ini terjadi untuk hasil simulasi maupun eksperimen.

Analisa gerakan lengan robot selanjutnya adalah analisa pada domain frekuensi dengan mengkonversi respon gerakan pada analisa respon menggunakan *fast fourier transform* (FFT). Analisa dalam domain frekuensi ini berguna untuk melihat seberapa sering gerakan lengan bergetar dengan adanya variabel penambahan beban. Untuk kondisi lengan robot tanpa beban maka frekuensi getaran pada lengan-1 maupun lengan-2 dapat dilihat pada Gambar 6 berikut.



a. Link-1



b. Link-2

Gambar 6: Frekuensi getaran lengan pada kondisi tanpa beban

Analisa frekuensi getaran lengan juga dilakukan pada saat robot membawa beban. Perbandingan tingkat kelengkungan lengan untuk link-1 dan link-2 dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Frekuensi getaran pada lengan robot saat kondisi berbeban

Payload (g)	Link-1				Link-2			
	Mode-1 (Hz)		Mode-2 (Hz)		Mode-1 (Hz)		Mode-2 (Hz)	
	Sim	Exp	Sim	Exp	Sim	Exp	Sim	Exp
0	13.7	13.7	33.3	33.3	15.6	15.6	33.3	33.3
50	8.1	11.0	27.5	29.4	12.0	13.7	27.4	25.5
100	7.8	7.8	27.1	25.5	11.7	11.7	27.1	23.5

Berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat bahwa frekuensi getaran lengan akan semakin berkurang apabila robot lengan dibebani dengan beban. Semakin bertambah beban bawaan maka frekuensi getaran akan berkurang. Hal ini terjadi untuk hasil simulasi maupun eksperimen.

Dalam penelitian ini juga dilakukan uji identifikasi sistem RLLDL. Uji identifikasi sistem ini diperlukan agar didapatkan persamaan sistem RLLDL berdasarkan kondisi riil RLLDL. Pada pengujian ini akan dilakukan pengumpulan data *input-output* dari suatu proses data sistem robot lengan dua-link yang akan diidentifikasi. Sistem Identifikasi akan membentuk model

matematik sistem dinamik berdasarkan pengukuran data. Proses identifikasi yang digunakan adalah model pendekatan stokastik dengan struktur *Auto Regressive Exogenous* (ARX) sedangkan mengestimasi harga parameter $a1$ dan $b1$ dari model ARX digunakan metode pendekatan penyelesaian persamaan linier parameter rata-rata bergerak. Dalam implementasi sebagai *input* ARX digunakan data yang besarnya nilai *input* pada masing-masing link untuk setiap motornya sedangkan output yang diukur adalah besarnya sudut angular pada setiap gerakan lengan robot untuk masing-masing link. Sedangkan hasilnya adalah model *plant* dalam bentuk model kontiniu. Adapun ARX adalah suatu mekanisme untuk mendapatkan suatu model estimasi berdasarkan data stokastik dengan memanfaatkan pengukuran *input-output* dari suatu *plant* yang akan diidentifikasi.

Dalam menganalisis dinamika sistem yang terjadi pada sistem non-linear, yang pertama dilakukan adalah pemodelan dari sistem robot lengan lentur dua-link (*plant*) yang akan didisain. Dalam hal ini *plant* yang akan digunakan adalah robot lengan lentur dua-link dengan asumsi gerakan pada horizontal axis. Robot lengan lentur dua-link terdiri dari empat bagian utama yaitu, dua link lengan lentur, komponen pengukur (sensor), motor dilengkapi driver motor dan processor. Pemasangan hardware pada experiment memerlukan rangkaian interface yang presisi, sehingga pada pengujian ini digunakan PCI6221 sebagai multifungsi data akuisisi pada akses input dan output dari komputer. Card PCI ini mempunyai 16 bit analog output port dan 24 digital input/output port. Gambar 1 menunjukkan robot lengan lentur dua-link yang digunakan dalam pengujian ini.

Lengan lentur adalah bagian utama dari sistem yang dibangun menggunakan lempeng aluminium tipis. Secara praktis, ukuran dan berat lengan seperti yang dirancang tergantung pada jenis aplikasi tertentu. Spesifikasi dari lengan manipulator yang dipertimbangkan dalam pengujian ini ditunjukkan pada Tabel 1.

Sensor yang digunakan dalam pengujian ini adalah encoder yang dipasang pada poros motor dan sensor regangan pada material lengan di sepanjang lengan robot. Dua encoders, HEDL-5540 dan HEDS-5540 dengan 500 hitungan per putaran digunakan untuk mengukur posisi sudut dari link-1 dan link-2. Perangkat antarmuka terdiri dari PCIQUAD04 dengan 4 saluran input digunakan sebagai pendeteksi dan interfacing dengan sistem real-time. Di sisi lain, pengukur regangan digunakan untuk pengukuran defleksi dari link. Pengukur regangan menggunakan rangkaian jembatan wheatstone untuk mengkonversi perubahan resistensi terhadap tegangan output pada sensor strain-gauge. Untuk robot lengan lentur dua-link, dua pengukur regangan ditempatkan pada posisi 10 cm dari letak motor pada kedua link untuk mendapatkan input sensor yang bagus.

Motor DC telah digunakan sebagai aktuator ke lengan lentur. Dua motor DC yaitu RE-40 dan RE-35 diproduksi oleh Maxon motor yang digunakan untuk memindahkan link-1 dan link-2. Beberapa keuntungan yang didapatkan dengan menggunakan motor sebagai aktuator pada robot

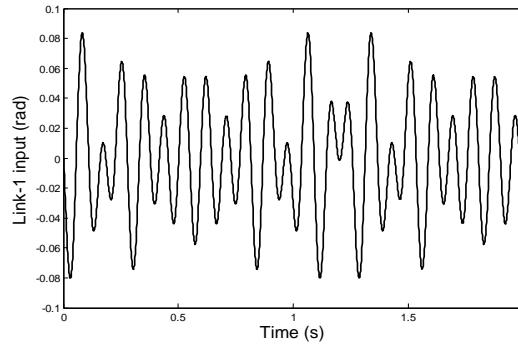
lengan ini adalah sebagai berikut: (a) Motor memberikan rating daya dan tegangan nominal 150 W / 24 V untuk motor penggerak link-1 dan 90 W / 24 pada motor penggerak link-2. (b) Berat 0,48 kg pada motor-1 dan 0,34 kg pada motor-2. (c) Kecepatan nominal motor 6930 rpm pada motor-1 dan 6420 rpm untuk motor-2.

Selanjutnya pada motor, servo-amplifier ADS 4-Q-DC digunakan untuk mengontrol arus ke motor DC sebagai penentu kecepatan dan torsi motor. Dalam karya ini, Matlab Real-Time toolbox digunakan untuk real-time interfacing dan sistem kendali. Prosesor yang digunakan untuk pengujian ini adalah Pentium (R) Dual CPU E2140 dengan kecepatan 1,60 GHz. Akuisisi data dan kendali yang dicapai melalui pemanfaatan PCI6221 input/ output yang menyediakan antarmuka langsung antara prosesor, aktuator dan sensor melalui rangkaian elektronika pengkondisi sinyal SCC-AI untuk input analog, SCC-AO untuk output analog dan SCC-SG untuk pengukur regangan (strain-gauge). Pengujian ini membutuhkan dua-analog output untuk kedua motor dan empat input analog dari encoders dan pengukur regangan untuk kedua link.

Sistem nonlinier robot lengan lentur dua-link merupakan sistem terdistribusi-parameter yang dapat diuraikan melalui model matematika dimensi terbatas. Metode desain sistem pengendali sering membutuhkan waktu komputasi yang banyak bila sistemnya adalah sistem dengan kompleksitas tinggi. Dalam prakteknya, pengurangan orde pada model sistem digunakan untuk memudahkan terhadap keterbatasan komputasi (Ho dan Tu, 2006). Pada bagian ini, sistem identifikasi digunakan untuk membangun sebuah model linier dari sistem nonlinier. Sistem dengan model linier dan pembatasan ketidakpastian dapat digunakan untuk sintesis sistem kendali. Sebuah model nonlinear dari manipulator fleksibel telah diturunkan berdasarkan metode modus asumsi (M. Khairudin, dkk., 2010). Meskipun model teoritis sulit untuk benar-benar menggambarkan perilaku dinamis dari sistem, selanjutnya hasil sistem identifikasi ini sebagai landasan dalam mendesain sistem kendali.

Dengan menggunakan software matlab dan juga pemilihan data sinyal input akan dilakukan sistem identifikasi pada sistem nonlinear untuk mendapatkan data stimulasi dan respon sehingga didapatkan model linier sistem. Sistem linear kemudian dapat dimanfaatkan untuk pengembangan algoritma kontrol sistem pada robot lengan lentur dua-link.

Pada pengujian ini input yang digunakan dalam sistem identifikasi adalah sinyal multisine yang terdiri dari sinusoid dengan amplitudo dan frekuensi sehingga membentuk sinyal yang akurat sebagai input. Dalam karya ini, sinyal secara teliti disesuaikan untuk memberikan kecepatan operasi yang rendah dan akurat untuk melakukan identifikasi sistem nonlinier. Gambar 7. menunjukkan sinyal input multisine yang digunakan dalam pengujian ini.



Gambar 7. Sinyal Input Multisine

Berdasarkan input dan output data, dengan menggunakan teknik kuadrat terkecil untuk melakukan identifikasi parameter dari model fungsi alih. Untuk sistem tanpa payload, model order-enam diidentifikasi dari link-1 yang berhubungan keluaran hub posisi sudut ke input tegangan diperoleh sebagai

$$G_{11}(s) = \frac{-58.9s^5 - 807s^4 - 3301.1s^3 - 3330s^2 + 1991.8s + 3605.9}{s^6 + 21.7s^5 + 196s^4 + 926.9s^3 + 2261.3s^2 + 2292.1s + 704}$$

dan fungsi alih untuk link-2 dengan keadaan tanpa beban adalah

$$G_{21}(s) = \frac{-84.1s^5 - 840.9s^4 - 2571.1s^3 - 2782.5s^2 - 1080.3s - 91.2}{s^6 + 10.9041s^5 + 50.9482s^4 + 113.1691s^3 + 112.1175s^2 + 47.4569s + 6.8364}$$

Dengan prosedur yang sama maka didapatkan model matematika yang berupa fungsi alih untuk robot lengan lentur dua-link dengan kondisi membawa beban.

Tingkat akurasi dan validasi model dilakukan dengan cara penerapan model dan memverifikasi hasil pemodelan dengan membandingkan output yang diprediksi dan output dari sistem nonlinier. Gambar 4 menunjukkan output sistem yang diprediksi dan output sistem nonlinier untuk respon hub posisi sudut link-1 robot lengan lentur dari manipulator. Kedua output yang ditemukan hampir sama dengan tingkat pencocokan dari 94%. Selain itu, output sistem yang diprediksi dan output sistem nonlinier dari posisi hub sudut link-2 robot lengan lentur dari manipulator dengan derajat kesamaan hingga 96%. Keakuratan model selanjutnya diverifikasi dengan respon sistem pada tiap link. Dengan demikian, telah didapatkan model yang dapat digunakan untuk mendesain sistem kendali.

BAB VI

RENCANA TAHAPAN BERIKUT

Tahapan selanjutnya pasca terbentuknya hardware robot lengan lentur dua-link (RLLDL) dan pengujian fungsional robot, penelitian akan dilanjutkan dengan pengembangan robot lengan lentur dua link (RLLDL) sebagai media pembelajaran sebagaimana rencana penelitian ini pada tahun kedua. Peta jalan penelitian ini di akhir tahun ketiga (sesuai rencana) akan dilakukan penerapan pengembangan kompetensi bidang otomasi dan robotika bagi guru-guru SMK. Peta jalan tahun pertama penelitian ini adalah pengembangan hardware robot serta pengujian robot. Tahun pertama telah tercapai (hardware robot dan publikasi tingkat international, terlampir). Peta jalan penelitian untuk tahun kedua adalah realisasi RLLDL sebagai media pembelajaran. Langkah-langkah yang akan dilakukan pada penelitian tahun kedua meliputi:

- a. Melakukan penyusunan manual RLLDL, penyusunan modul RLLDL, penyusunan jobsheet RLLDL dan penyusunan lembar evaluasi RLLDL dalam PBM.
- b. Validasi manual, modul, jobsheet, dan lembar (instrumen) evaluasi dilakukan melalui analisis konten dan expert judgment
- c. Pengembangan model proses belajar mengajar dan sertifikasi kompetensi robot lengan lentur dua-*link*.
- d. Validasi Model, Penelitian Quasy Experiment digunakan dalam penelitian ini, karena dalam situasi tidak bisa sepenuhnya melakukan kontrol eksperimen, misalnya jadwal kondisi eksperimen, randomisasi.
- e. Pengujian Model, Pengujian terbatas dilakukan pada PBM Matakuliah Robotika di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro/Mekatronika FT UNY dengan tiga kali pengujian. Metode eksperimen model single *one shot case study*.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada tahap rancang bangun robot lengan lentur dua link hingga saat ini robot perlu dilakukan perapian dan finishing kembali agar layak dapat dijadikan sebagai media pembelajaran pada tahun kedua. Pengujian fungsional robot telah dilakukan pada respon waktu dan respon frekuensi serta pengujian tingkat kelengkungan lengan robot. Pengujian telah dilakukan.

- a. Semakin bertambahnya beban maka kondisi kecepatan terhadap respon untuk menuju gerakan yang sesuai dengan input akan lebih lambat dengan semakin beratnya beban. Hal ini ditunjukkan pada hasil simulasi maupun hasil eksperimen. Pada kondisi overshoot juga terjadi hal yang sama, semakin bertambah berat beban maka overshoot respon akan semakin lebih besar.
- b. Tingkat kelengkungan semakin panjang apabila robot lengan dibebani dengan beban. Semakin bertambah beban bawaan maka kelengkungan akan bertambah. Hal ini terjadi untuk hasil simulasi maupun eksperimen.
- c. Frekuensi getaran lengan akan semakin berkurang apabila robot lengan dibebani dengan beban. Semakin bertambah beban bawaan maka frekuensi getaran akan berkurang. Hal ini terjadi untuk hasil simulasi maupun eksperimen.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, M. S. and Tokhi, M. O. (2007). Design of Command Shaper Using Gain-Delay Units and Particle Swarm Optimisation Algorithm for Vibration Control of Flexible Systems. *International Journal of Acoustics and Vibration*. 12(3): 99–108.
- Khairudin, M., Mohamed, Z., Husain, A. R. and Ahmad, A. (2010). Dynamic Modelling and Characterisation of a Two-Link Flexible Robot Manipulator. *Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control*. 29(3): 207-219.
- Mohamed, Z., Martin, J. M., Tokhi, M. O., Sa da Costa, J. and Botto, M. A. (2005). Vibration Control of a Very Flexible Manipulator System. *Control Engineering Practice*. 13(3): 267-277.
- Dwivedy, S. K. and Eberhard, P. (2006). Dynamic Analysis of Flexible Manipulators, a Literature Review. *Journal on Mechanism and Machine Theory*. 41(7): 749–777.
- Gafur, Abdul. 2001. Pola Induk Pengembangan Silabus Berbasis Kemampuan Dasar. *Thesis PPs UNY*.
- Olalla, C., Leyva, R., El Aroudi, A., Garces, P. and Queinnec, I. (2010). LMI Robust Control Design for Boost PWM Converter. *IET Power Electronics*. 3(1): 75-85.
- Parjono dan Suyanto, Wardan. 2003. Kurikulum Berbasisi Kompetensi (konsep dan Implementasi). Yogyakarta. Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
- Subudhi, B. and Morris, A. S. (2002). Dynamic Modelling, Simulation and Control of a Manipulator with Flexible Links and Joints. *Robotics and Autonomous Systems*. 41: 257-270.
- Tian, Q., Zhang, Y. Q., Chen, L. P. and Yang, J. (2009). Two-Link Flexible Manipulator Modelling and Tip Trajectory Tracking Based on The Absolute Nodal Coordinate Method. *International Journal of Robotics and Automation*. 24: 103-114.
- Wang, X. and Mills, J. K. (2005). FEM Dynamic Model for Active Vibration Control of Flexible Linkages and Its Application to a Planar Parallel Manipulator. *Journal Applied Acoustics*. 66: 1151–1161.
- Zamtinah, Djoko Laras, B. T., Herlambang S. P., Didik, H. (2008). Pengembangan Unit AMF Sebagai Sarana Up-Dating Kompetensi Guru-Guru SMK Jurusan Listrik. *Laporan Penelitian Hibah Bersaing*. 1-37.

LAMPIRAN

INSTRUMENT PENELITIAN

1. Unjuk Kerja Lengan Robot

a. Unjuk kerja motor dan sensor encoder saat lengan robot telah terpasang

Tabel 1 Unjuk kerja motor dan sensor saat lengan robot telah terpasang

Input (°)	Lengan-1		Lengan-2	
	Gerakan Motor1 (°)	Bacaan Sensor Encoder (°)	Gerakan Motor2 (°)	Bacaan Sensor Encoder (°)
Gerakan1				
Gerakan2				
Gerakan3				

b. Unjuk kerja gerakan Lengan Robot untuk Lengan 1 dan Lengan 2

Tabel 2 Kinerja Gerakan Lengan Robot untuk Lengan 1 dan Lengan 2

Beban (g)	Lengan-1				Lengan-2			
	Settling time (s)		Overshoot (%)		Settling time (s)		Overshoot (%)	
	Sim	Exp	Sim	Exp	Sim	Exp	Sim	Exp
0								
50								
100								

c. Unjuk kerja sensor regangan dan ketegangan tiap bagian lengan (strain-gauge)

Tabel 3 Unjuk kerja motor dan sensor strain-gauge saat lengan robot melakukan gerakan melengkung

Input (°)	Lengan-1		Lengan-2	
	Gerakan Motor1 (°)	Bacaan Sensor strain-gauge (mm)	Gerakan Motor2 (°)	Bacaan Sensor strain-gauge (mm)
Gerakan1				
Gerakan2				
Gerakan3				

d. Unjuk kerja frekuensi getaran tiap bagian lengan saat gerakan lengan membawa variasi beban bawaan

Tabel 4 Hubungan frekuensi getar dengan variasi gerakan lengan saat membawa beban

Beban (g)	Link-1				Link-2			
	Mode-1 (Hz)		Mode-2 (Hz)		Mode-1 (Hz)		Mode-2 (Hz)	
	Sim	Exp	Sim	Exp	Sim	Exp	Sim	Exp
0								
50								
100								

PERSONALIA TIM PENELITIAN

Biodata Ketua Peneliti

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap (dengan gelar)	Moh. Khairudin, MT., PhD.
2	Jabatan Fungsional	Lektor
3	Jabatan Struktural	-
4	NIP	19791204 200212 1 002
5	NIDN	12047901
6	Tempat & Tgl Lahir	Tegal, 12 April 1979
7	Alamat Rumah	Kompleks Masjid Al Amin, RT 08 RW 60 Joho Condongcatur Depok, Sleman, Yogyakarta
8	Nomor Telp/Faks/HP	+6285878754037
9	Alamat Kantor	Jurusan Pend. Teknik Elektro, FT, UNY Kampus Karangmalang, Yogyakarta
10	Nomor Telp/Faks	0274-548161/ 0274-540715
11	Alamat e-mail	moh_khairudin@uny.ac.id
12	Lulusan yang Telah dihasilkan	S-1--- orang, S2--- orang, S3---orang
13	Mata Kuliah yg Diampu	1. Sistem Mikroprosesor
		2. Perencanaan Sistem Kendali Industri
		3. Sistem Kendali Adaptif
		4. Elektronika Industri
		5. Pemrograman Komputer
		6. Teknik Digital
		7. Sistem Kendali
		8. Praktik Elektronika Dasar
		9. Praktik Sistem Kendali Terprogram

B. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2	S-3
Nama Perguruan Tinggi	Universitas Negeri Yogyakarta	Institut Teknologi Sepuluh Nopember	University of Technology Malaysia
Bidang Ilmu	Pendidikan Teknik Elektro	Teknik Elektro-Kendali	Teknik Elektro-Kendali Robotika
Tahun Masuk-Lulus	1998-2002	2004-2006	2008-2011
Judul Skripsi/Thesis/Disertasi	Kelayakan Penyelenggaraan Program Studi Teknik Informatika di SMK N2 Wonosari	Pengaturan Kecepatan <i>Spindle</i> Pada Mesin Bubut Dengan Penggerak Motor DC Menggunakan Sistem Pengaturan Robust Metode QFT.	<i>LMI Based Robust Control of a Two-Link Flexible Manipulator</i>
Nama Pembimbing/Promotor	DR. Samsul Hadi, MT.,MPd.	DR. Mohamad Rameli	Assoc. Prof. DR. Zaharuddin Mohammed

C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah (Juta Rp)
1	2008	Development and Input Shaping Control of a Two-Link Flexible Manipulator	Kementrian Riset Malaysia	600
2	2006	Perancangan Kontroller Fuzzy AutoTunning Pada Sistem Kendali Conveyor	RG TPSDP UNY	30

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah (Juta Rp)
1	2012	MEDIA PEMBELAJARAN ROBOT LENGAN DUA-LINK UNTUK MENINGKATKAN PENCAPAIAN KOMPETENSI MATA PENDIDIKAN DAN PELATIHAN SISTEM MIKROKONTROLER	DIPA	12.500.000
2				

E. Pengalaman Penulisan Artikel Ilmiah Dalam Jurnal Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Artikel Ilmiah	Volume/ Nomer/Tahun	Nama Jurnal
1	NN robust based-PID Control of A Two-Link Flexible Robot Manipulator	2011	Int. Journal on Advanced Science, Engineering & Inf. Tech
2	Dynamic Modelling and Characterisation of a Two-link Flexible Robot Manipulator	Volume 29, No.3, 2010, pp:207-219.	Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control
3	Dynamic Characterization of a Two-Link Flexible Manipulator: Theory and Experimental	Volume 1 No 1, 2014	Advanced in Robotics Research, an International Journal
4	Automated Navigation System based on Weapon-Target Assignment	Volume 9 Nomor 1, April 2011	Telkomnika Journal University of Achmad Dahlan, Yogyakarta
5	On The Design of a NN based PID	Volume 7 Nomor 2,	Journal of

	Controller for a Two-link Flexible Manipulator Incorporating Payload	2011	Computer Science, Univ of Pelita Harapan
6	RBFNN Control Of a Two-Link Flexible Link Manipulator Incorporating Payload	Volume 8 Nomor 2, August 2010	Telkomnika Journal University of Achmad Dahlan, Yogyakarta
7	Dynamic Modelling Of A Flexible Link Manipulator Using AMM	Volume 6 Nomor 3, December 2008	Telkomnika Journal University of Achmad Dahlan, Yogyakarta
8	Robust Control Design to Noise and Disturbance Using QFT	February 2007	Diagonal Journal, Engineering Faculty, Universitas Merdeka Malang

F. Pengalaman Penyampaian Makalah Secara Oral Pada Pertemuan / Seminar Ilmiah Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Nama Pertemuan Ilmiah/Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu & Tempat
1	Int. Conference on Advanced Science, Engineering & Inf. Tech.	NN robust Control of A Two-Link Flexible Robot Manipulator	Kuala Lumpur, 12-13 Dec, 2011
2	Quality Insurance on Research International Conference, Indonesia University	<i>Modelling and Vibration Suppression of A Two-Link Flexible Manipulator</i>	3-6 August 2009, Jakarta
3	Quality Insurance on Research International Conference, Indonesia University	<i>Dynamic Modelling And Analysis of A Two-Link Flexible Robot Manipulator Incorporating Payload</i>	3-6 August 2009, Jakarta
4	International Engineering Convention	<i>Dynamic Modelling of A Two-Link Flexible Manipulator</i>	11-13 May 2009, Damascus, Syiria
5	Control Instrumentation and Mechatronics Int. Conference	<i>Modelling of a Two-link Flexible Manipulator</i>	Melacca, Malaysia, 2-3 June 2009
6	Scientific Conference	<i>Modelling and Control of a Two-link Flexible Manipulator</i>	SC UKM Malaysia, 17 Jan 2009
7	IEEE SCOReD 2008	<i>A Technique for Dynamic Modelling of a Two-link Flexible Manipulator,</i>	UTM Malaysia 26-27 Nov 2008
8	Scientific Conference	<i>Finite Element Method for Modeling A Two-link Flexible</i>	UKM Malaysia, Jan 2008

		<i>Manipulator</i>	
--	--	--------------------	--

G. Pengalaman Penulisan Buku dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit
1	-	-	-	-
2	-	-	-	-

H. Pengalaman Perolehan HKI Dalam 5 – 10 Tahun Terakhir

No	Judul / Teman HKI	Tahun	Jenis	No P/ID
1	-	-	-	-
2	-	-	-	-

I. Pengalaman Merumuskan Kebijakan Publik/Rekayasa Sosial Lainnya Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul/Teman/Jenis Rekayasa Sosial Lainnya yang Telah Diterapkan	Tahun	Tempat Penerimaan	Respon Masyarakat
1	-	-	-	
2	-	-	-	

J. Penghargaan yang Pernah Diraih dalam 10 tahun Terakhir (dari pemerintah, asosiasi atau institusi lainnya)

No	Jenis Penghargaan	Institusi Pemberi Penghargaan	Tahun
1	-	-	-
2	-	-	-

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidak-sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima risikonya. Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Hibah Penelitian **Hibah Bersaing** (Sebutkan Nama Skim Penelitian)

Yogyakarta, 19 Maret 2012
Pengusul

(Moh. Khairudin, MT., PhD.)

Biodata Peneliti

1. Nama : Zamtinah, MPd.
2. Tempat,Tgl Lahir : Yogyakarta, 17 Februari 1962
3. Alamat Asal : Semaki Kulon UH I/361 A Yogyakarta
4. Alamat sekarang : Ganjuran RT 03 RW 03 Manukan, Condongcatur, Depok. Sleman, DI. Yogyakarta
5. No. Telpn Rumah : 0274 - 884933
6. No. HP : 081328797306
7. NIP : 131862235
8. Pangkat/Gol : Penata/ IIId
9. Jabatan : Lektor Kepala
10. Fak./Jur. : Teknik/Pendidikan Teknik Elektro
11. Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Yogyakarta
12. Bidang Keahlian : Teknik Elektro
13. Riwayat Pendidikan

No.	Jenjang Pendidikan	Jurusan/Program Studi	Lulus Tahun	Lembaga/Institusi
1.	S1	Pendidikan T. Elektro	1989	IKIP Yogyakarta
2.	S2	Pend.Teknologi & Kejuruan	1999	Pasca Sarjana UNY

14. Mata Kuliah yang Diampu (3 tahun terakhir):

No.	Nama Mata Kuliah	Semester (Gasal/Genap)	Tahun
1	Teknik Penulisan Karya Ilmiah	Genap: IV	Sejak 2000
2.	Pengajaran Mikro	Genap: VI	Sejak 2000
3.	Praktik Mesin Listrik	Genap: IV	2004
4.	Praktik Instalasi Listrik	Gasal: V	Sejak 2004
5.	Teori Instalasi Listrik	Genap: IV	Sejak 2005
6.	Praktik Dasar Listrik	Genap: II	Sejak 2005
7.	Pembimbing KKN/PPL	Gasal: VII	Sejak 2000
8.	Pembimbing Tugas Akhir Skripsi	Genap&Gasal	Sejak 1995
9.	Pembimbing Proyek Akhir	Genap&Gasal	Sejak 1995
10.	Pembimbing Praktik Industri	Grnap&Gasal	Sejak 1993

15. Pengalaman Penelitian (5 tahun terakhir)

No.	Judul Penelitian	Sebagai	Tahun	Sumber Dana
1.	Kompetensi Standar Lulusan SMK yang Dibutuhkan Industri	Peneliti Tunggal	2000	Tesis S2
2.	Motivasi Mahasiswa Baru Angkatan 2000 untuk Melanjutkan Studi di FT UNY	Ketua	2000	Dana FT UNY
3.	Pembakuan Kompetensi Lulusan SMK Jurusan Listrik	Anggota	2001	Dosen Muda DIKTI
4.	Hubungan Antara Konsep Diri dan Kecerdasan Emosional terhadap Prestasi Belajar Matematika Teknik Mahasiswa Jurusan Elektro FT UNY	Peneliti Tunggal	2001	Dosen Muda DIKTI
5.	Peningkatan Kualitas Menggambar Teknik Melalui Sistem Pengajaran Bermodul	Peneliti Tunggal	2002	Dana FT UNY

6.	Meningkatkan kemampuan Menulis Ilmiah Bagi Mahasiswa Teknik Elektro FT UNY	Peneliti Tunggal	2003	Dana FT UNY
7.	Efektivitas Programmable Logic Controller (PLC) dalam Perkuliahan Instalasi Tenaga	Anggota	2003	Hibah DUE-Like Diknik Elektro FT UNY
8.	Peningkatan Kualitas Pembelajaran Perencanaan Instalasi Berbasis Program Komputer	Anggota	2004	Hibah DUE-Like Diknik Elektro FT UNY
9.	Pengaruh Praktik Industri dan Informasi Dunia Kerja Terhadap Kesiapan Mental Kerja Mahasiswa T.Elektro FT UNY	Ketua	2004	Dosen Muda DIKTI
10.	Pengembangan Model Pembelajaran Instalasi Listrik Berbasis Multi Media	Anggota	2005	Hibah Kompetisi A2 Diknik Elektro FT UNY
11.	Pengembangan Unit Stand-by Power System Daya Kecil	Anggota	2005	Hibah TPSDP Teknik Elektro FT UNY
12.	Meningkatkan prestasi belajar elektronika dasar melalui pembelajaran Koopertaif	Ketua	2005	Dosen Muda
13.	Meningkatkan prestasi dan kompetensi mahasiswa Teknik Elektro melalui pembelajaran Model EBCE	Ketua	2006	Hibah TPSDP Teknik Elektro FT UNY
14.	Monitoring dan Evaluasi PBM Berbasis Multimedia sebagai upaya penjaminan mutu Jurusan Pendidikan teknik Elektro Ft UNY	Anggota	2006	Hibah Kompetisi A2 Diknik Elektro FT UNY
15.	Kontribusi Unit AMF Power System di dalam pencapaian kompetensi pada Kurikulum SMK 2004	Ketua	2006	Hibah Kompetisi A2 Diknik Elektro FT UNY

16. Kegiatan Pengabdian Pada Masyarakat (5 tahun terakhir)

No .	Judul Kegiatan Pada Masyarakat	Tempat & Sumber Dana	Peranan	Tahun
1.	Penataran Karya Ilmiah	SMK Muh Prambanan	Penatar	2002
2.	Penataran Karya Ilmiah	SMK Muh III Yk	Penatar	2003
3.	Penataran Karya Tulis Ilmiah Bagi Guru di DIY	Univ. Teknologi Yogyakarta (UTY)	Penatar	2003
4.	Promosi Kompetensi Siswa Tingkat Nasional	Fakultas Teknik; Depdiknas	Yuri	2003
5.	Promosi Kompetensi Siswa Tingkat Propinsi DIY	Fakultas Teknik UNY; Kanwil Depdiknas DIY	Pembuat soal, Yuri	Sejak 1999
6.	Promosi Kompetensi Siswa Tingkat Eks.Karesidenan Kedu	Fakultas Teknik UNY; Dinas Pendidikan Nasional Kedu	Pembuat soal; Yuri	Sejak 2000
7.	Promosi Kompetensi Siswa Tingkat Eks. Karesidenan Surakarta	Fakultas Teknik UNY; Dinas Pendidikan Nasional Surakarta	Panitia	2005
8.	Otomatisasi penyepuhan perak bagi pengrajin perak di Kotagede Yogyakarta	Vucer DIKTI	Anggota	2005

17. Penerbitan Karya Ilmiah (5 tahun terakhir):

No.	Judul Artikel	Nama Majalah/ Jurnal	Ketua/ Anggota	Tahun
1.	Sosialisasi teknologi nuklir sbg sumber energi listrik alternatif masa depan	Jurnal Pendddkan Teknologi&Keju-ruan FT UNY	Ketua	2001
2.	Indikator kompetensi yang dibutuhkan bidang teknik elektro	Makalah seminar DUE Like	Pemakalah	2002
3.	Sistem Pengajaran Bermodul sebagai alternatif meningkatkan efisiensi kuliah gambar Teknik	Jurnal Pendddkan Teknologi&Keju-ruan FT UNY	Penulis tunggal	2003
4.	Pengaruh Informasi kerja dan Pengalaman PI thd kesiapan kerja siswa SMK	Jurnal Kependidikan UNY	Ketua	2004
5.	Faktor-faktor yang mempengaruhi kesiapan kerja mahasiswa teknik elektro FT UNY	Edukasi @ Elektro FT UNY	Ketua	2005
6.	Manfaat dan Mudharat SUTET	SKH. BERNAS JOGJA (Koran)	Ketua	2005
7.	Proyek “Taman Pintar” dan Kualitas Pendidikan Kita	SKH. BERNAS JOGJA (Koran)	Ketua	2005
8.	Seberapa Aman SUTET bagi Kesehatan?	Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro ISSN 0216-034X	Penulis Tunggal	2005
9.	Assesment of The Historical Magnetic Dosages Received by Live Line Maintenance Personal	Jurnal “Edukasi@Elektro” Vol.2 No.1 2005	Anggota	2005
10.	Implementasi Pendekatan ketrampilan proses pada mata kuliah TPPI	Jurnal “Edukasi@Elektro” Vol.1 No.3 2005	Penulis Tunggal	2005
11.	Efektivitas pembelajaran menggunakan Peta Konsep	Jurnal “Edukasi@Elektro” Vol. 2 No.3 Januari 2006	Ketua	2006

18. Pelatihan yang pernah diikuti (3 tahun terakhir)

No.	Judul Pelatihan	Tempat/Instansi Penyelenggara	Sumber Dana	Tahun
1.	Penelitian tindakan kelas	FT UNY	Fakultas Teknik UNY	2003
2.	Pelatihan multi media	FT UNY	Fakultas Teknik UNY	2003
3.	Otomatisasi mesin listrik	FESTO Jakarta	DUE Like	2004
4.	Perencanaan Instalasi Tegangan Rendah	Schneider Jakarta	Hibah Kompetisi A2	2005
5.	Academic Writing	FBS UNY	Ford Foundation	2005

Yogyakarta, 19 Maret 2012
Pembuat,

Zamtinah, MPd.

CURRICULUM VITAE

A. Identitas

Nama : Drs. Totok Heru Tri Maryadi, M.Pd.
 Tempat, tanggal lahir : Magetan, 6 April 1968.
 Jabatan Fungsional : Lektor
 Pangkat / Gol / NIP : Penata tk I / IIIId / 19680406 199303 1 001
 Bidang Ilmu : Kendali dan Komputer
 Jurusan / Fakultas : Pendidikan Teknik Elektro / Fakultas Teknik
 Alamat rumah : Jl. Nyi Ageng Nis No. 5 Pilahan Rejowinangun
 Yogyakarta
 Telp. 0274 4438592 (HP. 0813 2884 7211).
 E-mail : totok_ygy@yahoo.com

Alamat kantor : Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri
 Yogyakarta, Karangmalang Yogyakarta
 telp. 0274-548161, 0274-586168 ext 293

B. Riwayat Pendidikan:

No	Jenjang	Bidang	Tempat Pendidikan	Tahun Lulus
1.	S1	Pendidikan Teknik Elektro	IKIP Negeri Yogyakarta	1992
2.	S2	Pendidikan Teknologi dan Kejuruan	Universitas Negeri Yogyakarta	2001

C. Pelatihan / Workshop

No	Topik Pelatihan	Tempat Pelatihan	Lama	Tahun
1.	Mekatronika	PT. FESTO Jakarta	4 hr	2002
2.	WEB Design	PT. Computindo Jakarta	6 hr	2003
3.	Robotika	PT. FESTO Jakarta	10 hr	2004
4.	Manajemen Mutu ISO 9001:2000	Nadia Consultant Bogor	2 hr	2004
5.	Robotika	PEN Surabaya	1 bl	2005
6.	Mikrokontroler ATmega8	PPPGT Bandung	4 hr	2006
7.	Telecommunication and Control System	PMP University of Canberra Australia	2 bl	2007
8.	Pengadaan Barang dan Jasa Pemerintah	Bapenas Jakarta	2 hr	2007

D. Mata Kuliah yang Diampu

No	Mata Kuliah	Semester	Jenjang
1.	Praktek Mekatronika	Gasal dan Genap	D3 & S1
2.	Praktek Kendali Terprogram	Gasal	D3 & S1
3.	Robotika	Gasal dan Genap	D3 & S1
4.	Praktek PLC	Gasal	D3 & S1
5.	Kendali Otomatis	Gasal dan Genap	D3 & S1

E. Pengalaman Kerja

1. Staf Pengajar Konsentrasi Kendali Industri pada Program Studi Elektro Universitas Negeri Yogyakarta, tahun 1992- sekarang, Mata Kuliah yang pernah diampu: Dasar Sistem Kendali, Komputer, Kendali Terprogram, Programmable Logic Controller, Mekatronika dan Robotika.
2. Ketua Unit Produksi Elektro FT UNY dari tahun 1999 –2007.
3. Koordinator Laboratorium Kendali Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Tahun 2000-2004.
4. Koordinator Tugas Akhir Mahasiswa D3 Teknik Elektro tahun 2002-2004.
5. Asisten Direktur II Bidang Administrasi dan Keuangan Sub Project Management Unit (SPMU) Technological Professional Skills Development Sector Project (TPSDP) UNY tahun 2003 sampai 2007.
6. Koordinator Laboratorium Mekatronika Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Tahun 2004-2007.

E. Pengalaman Penelitian

No.	Judul Penelitian	Sumber Dana	Tahun	Posisi
1.	Percepatan penyelesaian mata kuliah karya teknologi mahasiswa program studi teknik elektro dengan topic given strategy	DUE LIKE	2002	Anggota
2.	Identifikasi Gangguan Motor 3 Phasa berbasis mikrokontroller	DIK	2003	Ketua
3.	Rancang bangun Programmable Logic Controller berbasis Mikrokontroller	DUE LIKE	2003	Ketua
4.	Pengembangan prototipe media pembelajaran audio visual berbasis multimedia pada mata kuliah pengajaran mikro	TPSDP	2004	Ketua
5.	Pengenalan pola ruang untuk penglihatan robot dengan metode edge detection	TPSDP	2006	Ketua
6.	Pengembangan Media Pembelajaran Multimedia interaktif terinovasi pada mata kuliah instalasi listrik	DPPM	2007	Ketua
7.	Pengembangan alat ukur kuat pukulan dan tendangan atlit beladiri	DIPA UNY	2010	Anggota

G. Pengalaman Pengabdian Pada Masyarakat

No.	Judul Pengabdian	Sumber Dana	Tahun
1.	Pelatihan aplikasi program PSPICE untuk menganalisis rangkaian listrik bagu guru sekolah menengah kejuruan di daerah istimewa Yogyakarta	DIK	2002
2.	Pelatihan Bidang Kewirausahaan di Yayasan panti Asuhan Yatim Piatu Moyudan Sleman	DIK-S	2002

3.	Pengembangan muatan lokal elektronika di SLTP Negeri Pengasih tahap I	DIK	2002
4.	Pelatihan Ms. Office bagi Guru-guru dan staf administrasi SMK PIRI Yogyakarta	DIK	2003
5.	Pengembangan muatan lokal elektronika di SLTP Negeri Pengasih tahap II	DIK	2003
6.	Pelatihan pemrograman Programmable Logic Controller dengan statement list bagi guru-guru SMK di Daerah Istimewa Yogyakarta.	DIK	2004
7.	Otomatisasi alat penyepuh (elektroplating) kerajinan perak di Kotagede Yogyakarta (vucer)	DIKTI	2004
8.	Peningkatan Kompetensi bagi Guru-guru SMK Negeri Jurusan Listrik di Daerah Istimewa Yogyakarta melalui Pelatihan Mekatronika	DIK	2007
9.	Peningkatan Kompetensi bagi Guru-guru SMK Negeri di Daerah Istimewa Yogyakarta melalui Pelatihan Robotika	DIKTI	2007
10.	Peningkatan Kompetensi Guru-Guru SMK di Daerah Istimewa Yogyakarta dalam bidang Pneumatik melalui Pelatihan FluidSim Pneumatik	DIK	2008

H. Publikasi

No.	Judul Publikasi	Jenis Publikasi	Tahun
1.	Rancang bangun Programmable Logic Controller berbasis Mikrokontroller	Prosiding Seminar Nasional	2004
2.	Pengembangan prototipe media pembelajaran audio visual berbasis multimedia pada mata kuliah pengajaran mikro	Prosiding Seminar Nasional	2005
3.	Pengenalan pola ruang untuk penglihatan robot dengan metode edge detection	Edukasi Elektro	2007
4.	Praktek Robotika dengan menggunakan webcam sebagai penglihatan robot	Prosiding seminar Internasional	2008

I. Membimbing Tugas Akhir Skripsi Mahasiswa

No.	Judul Tugas Akhir	Nama Mahasiswa	Jenjang	Tahun Lulus
1.	Rancang bangun Programmable Logic Controller berbasis Mikrokontroller	Ilmawan Mustaqim	S1	2004
2.	Pengembangan prototipe media pembelajaran audio visual berbasis multimedia untuk membuka dan menutup pelajaran	Sutikno	S1	2005
3.	Pengenalan citra dengan menggunakan webcam	Amrullah	D3	2007
4.	Peningkatan prestasi siswa dengan menggunakan pembelajaran kooperatif	Supriyatna	S1	2008
5.	Rancang Bangun PLC dengan IC TIP	Budi Utomo	D3	2011

J. Kegiatan Akademik Lainnya

No.	Judul Kegiatan	Jabatan	Tahun Lulus
1.	Lomba Kompetensi Siswa SMK tingkat Nasional	Koordinator Bidang Instalasi Listrik	2004
2.	Lomba Kompetensi Siswa SMK tingkat Propinsi DIY	Juri Bidang Instalasi Listrik	2005
3.	Lomba Kompetensi Siswa SMK se-eks Karesidenan Kedu	Juri Bidang Instalasi Listrik	2005
4.	Lomba Kompetensi Siswa SMK se-eks Karesidenan Surakarta	Juri Bidang Instalasi Listrik	2005
5.	Lomba Kompetensi Siswa SMK tingkat Propinsi DIY	Juri Bidang Instalasi Listrik	2006
6.	Lomba Kompetensi Siswa SMK tingkat Propinsi DIY	Juri Bidang Mekatronika	2007
7.	Lomba Kompetensi Siswa SMK tingkat Propinsi DIY	Juri Bidang Mekatronika	2008
8.	Lomba Kompetensi Siswa SMK tingkat Propinsi DIY	Juri Bidang Mekatronika	2010

Dengan ini saya menyatakan bahwa informasi yang saya tulis ini menerangkan keadaan, kualifikasi dan pengalaman saya dengan sesungguhnya.

Yogyakarta, 17 Maret 2012

Yang menyatakan



Totok Heru TM., M.Pd.

NIP. 19680406 199303 1 001

BIODATA ANGGOTA PENELITIAN

A. Identitas

1. Nama, Gelar, dan NIP : Ilmawan Mustaqim, S.Pd.T, M.T/
19801203 200501 1 003
2. Tempat & Tanggal lahir : Yogyakarta, 3 Desember 1980
3. Jabatan fungsional : Asisten Ahli
4. Pangkat, Gol/Ruang : Penata Muda, III/a
5. Mata Kuliah/bidang Ilmu : Sistem Kendali
6. Jurusan/Fakultas : Pendidikan Teknik Elektro / Fakultas Teknik
7. Alamat Rumah/Telp/Fax : JL. Let Jend S Parman 77 Yogyakarta 55251
telp. 0274-373591
8. Kantor/Telp./Fax : Jurusan Pend. Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Univ.Negeri Yogyakarta, Kampus Karangmalang
Yogyakarta 55281 telp. 0274-586161 psw.293

B. Riwayat Pendidikan

No.	Universitas/Institut	Program (S1,S2,S3)	Bidang Ilmu	Tahun Lulus
1	Universitas Negeri Yogyakarta	S1	Instrumentasi dan Kendali	31 Agustus 2004
2	Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya	S2	Elektronika	12 Agustus 2010

C. Karya ilmiah dalam jabatan/pangkat terakhir, yang relevan dengan Bidang Ilmu:

No.	Bentuk Karya Ilmiah
1	Menghasilkan karya ilmiah berupa hasil penelitian yang dipublikasikan dalam Prosiding dengan judul: “Pengukuran Tingkat Gas Polutan pada Udara Menggunakan Tabung Detektor Gas dengan Bantuan Kamera” , dimuat di Prosiding Seminar Nasional Fisika II Prodi S1 Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga, ISBN:978-979-17494-1-1 (Penulis pertama dari 4)
2.	Menghasilkan karya ilmiah berupa hasil penelitian yang dipublikasikan dalam jurnal lokal dengan judul: “Pengembangan Bahan Pembelajaran Berbantuan Komputer untuk Memfasilitasi Belajar Mandiri dalam Mata Diklat Penerapan Konsep Dasar Listrik dan Elektronika di SMK” , dimuat di Jurnal Edukasi @ Elektro Vol.2 No.3 Mei 2006, ISSN:1829-989X (Penulis keempat dari 4)
3.	Menghasilkan karya ilmiah berupa hasil penelitian yang dipublikasikan dalam jurnal lokal dengan judul: “Aplikasi Mikrokontroler Sebagai Modul Input Output Programmable Logic Controller Dalam Media Pembelajaran Praktik Kendali Terprogram” , dimuat di Jurnal Edukasi @ Elektro Vol.3 No.1 Oktober 2006, ISSN:1829-989X (Penulis tunggal)

4.	Menghasilkan karya ilmiah berupa hasil pemikiran yang dipublikasikan dalam jurnal lokal dengan judul: “Pembuatan Software Pembelajaran Berbasis Multimedia Interaktif dengan Metode Vaughan” , dimuat di Jurnal Edukasi @ Elektro Vol.3 No.2 Januari 2007, ISSN:1829-989X (Penulis tunggal)
----	--

D. Pengabdian kepada masyarakat dalam jabatan/pangkat terakhir :

No.	Kegiatan Pengabdian	Bentuk	Tempat	Pelaksanaan
1.	Melaksanakan Pengabdian Pada Masyarakat dengan judul: Pelatihan Pembuatan dan Pengisian Bank Resep Elektronik untuk Meningkatkan Efisiensi Pengarsipan Resep Makanan.	Pelatihan dan Workshop	Jurusan PTBB FT UNY	15 April 2010
2.	Memberikan Pelatihan Pengembangan Metode Pembelajaran (Pengembangan Bahan Ajar Inovatif)	Pelatihan dan Workshop	Jurusan Pendidikan Teknik Elektro FT UNY	26 s.d. 30 November 2007
4.	Melaksanakan Pengabdian Pada Masyarakat dengan judul: “Peningkatan Kelancaran Kenaikan Pangkat Guru melalui Pelatihan dan Pembimbingan Pembuatan Karya Tulis Ilmiah	Pelatihan dan Workshop Penulisan Karya Ilmiah	Jurusan Pendidikan Teknik Elektro FT UNY	15 Mei 2007
5.	Melaksanakan Pengabdian Pada Masyarakat dengan bentuk kegiatan: Pelatihan Multimedia untuk guru dan karyawan dalam rangka peningkatan kemampuan dan kompetensi.	Pelatihan Komputer Multimedia dengan materi Pengenalan Internet Dasar	SMK Negeri 7 Surakarta	14 s.d. 21 Januari 2007
6.	Melaksanakan Pengabdian Pada Masyarakat dengan judul kegiatan: Peningkatan Kemampuan Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Grafis Bagi Guru-Guru SMA/SMK Kota Yogyakarta dan Sekitarnya.	Pelatihan Komputer Multimedia	Jurusan Pendidikan Teknik Elektro FT UNY	23 s.d. 26 Desember 2006

Yogyakarta, 19 Maret 2012

Anggota Penelitian

Ilmawan Mustaqim, S.Pd.T., M.T
NIP. 19801203 200501 1 003

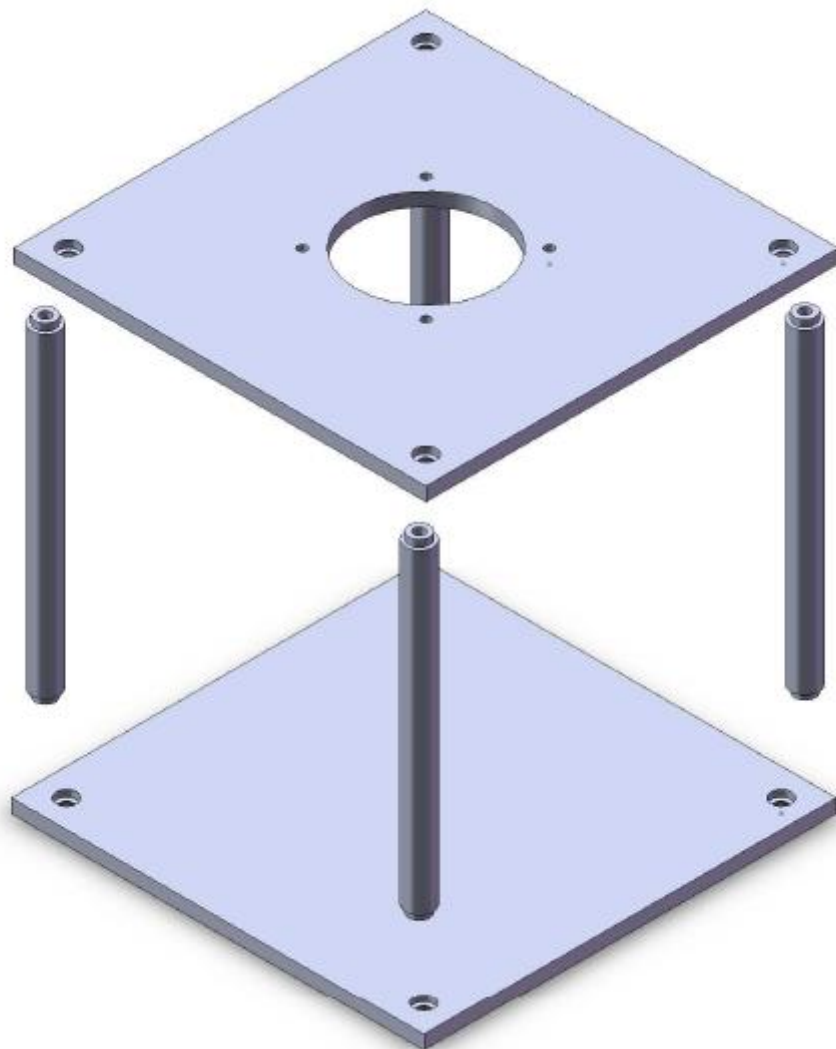
Lampiran desain sistem mekanik

Desain Mekanik Robot

Robot lengan lentur dua-*link* didesain menggunakan Solid Work software. Desain mekanik terdiri dari bagian dudukan, pegangan untuk motor, sambungan lengan, pegangan untuk pemegang motor dan lengan lentur.

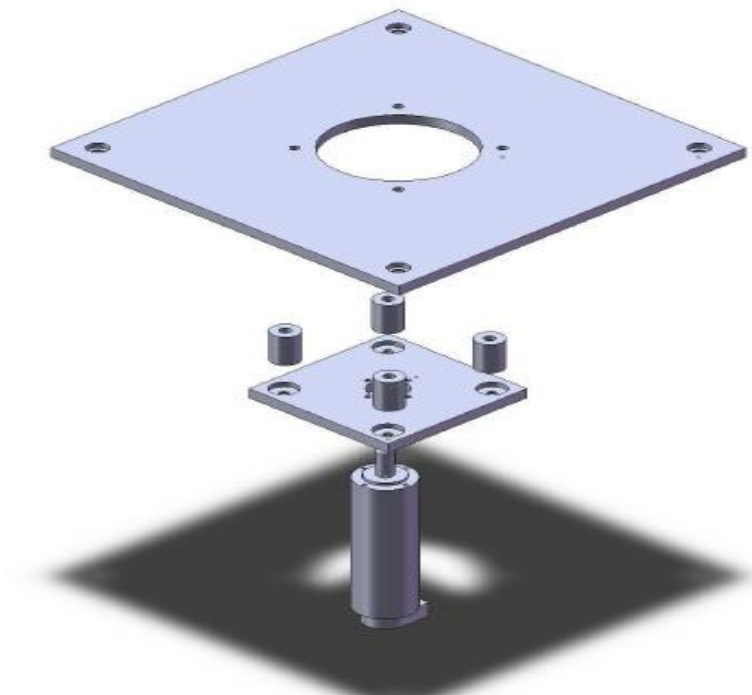
Dudukan motor

Dudukan motor sebagai terlihat digambar berikut, terdiri dari dua plat dan empat kaki penyangga. Dua plat itu tergabung dengan skrew Alan key. Plat atas sebagai tempat dudukan motor pertama dan lengan lentur *link-1*.



Penyangga motor

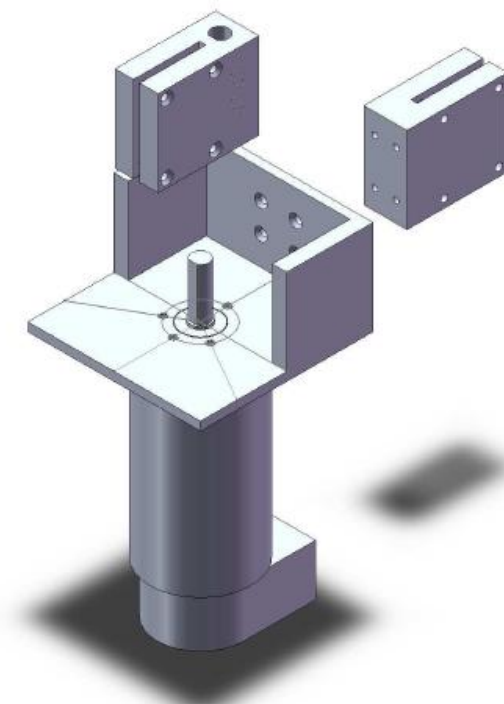
Penyangga motor ada dua macam, sebagaimana motor 1 dan motor 2. Adapun penyangga motor-1 seperti gambar berikut:



Adapun penyangga motor-2 digabungkan dnegan penyangga link-2.

Penyambung antar *link*.

Penyambung antar *link* adalah penyambung antara *link*-1 dan *link*-2. Sambungan untuk link-1 dipasangkan dengan pemegang motor-2 dan sambungan untuk link-2 disusun dengan tangkai motor-2. Gambar berikut menunjukkan sambungan antar link yang tersusun pada pemegang motor-2 dan tangkai motor-2.



Dudukan untuk pemutar *link*.

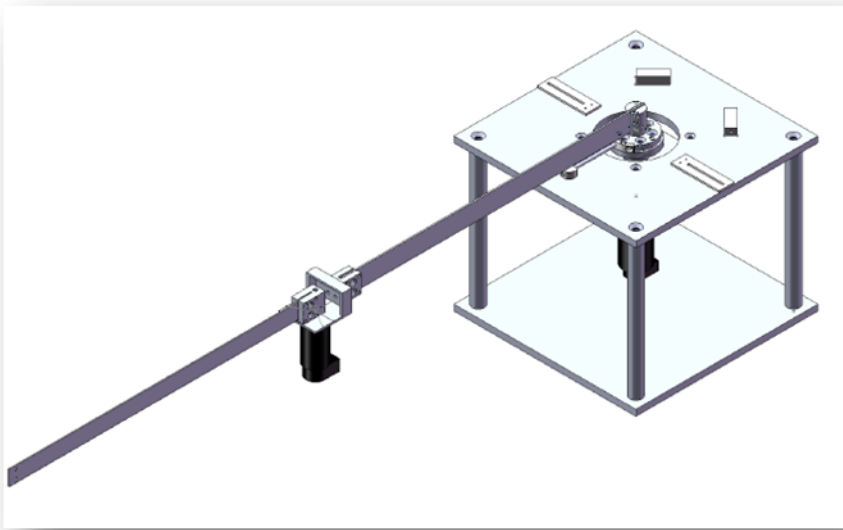
Dudukan untuk pemutar link terletak pada plat, yang terdiri dari tempat memasang link-1 dan piringan untuk putaran link. Putaran link disusun dengan tangkai motor. Gambar berikut menunjukkan koneksi antara dudukan pemutar link dan motor.

**Lengan lentur**

Dua lengan lentur yang digunakan dalam penelitian ini. Berikut adalah gambar lengan lentur untuk link-1 dan link-2.



Desain mekanika secara keseluruhan



Real Time System Identification of a Nonlinear Two-Link Flexible Robot Manipulator

M Khairudin, Zamtinah, TH Trimaryadi, Ilmawan

Dept. of Electrical Engineering
Yogyakarta State University
Yogyakarta, Indonesia
moh_khairudin@yahoo.com

Abstract

The nonlinear model of a two-link flexible manipulator is derived in several publications. Otherwise for controller design, real time system identification usually is used in this step. Although the theoretical model is difficult to exactly characterise the dynamical behaviour of the system, it provides valuable a priori knowledge about this system. Confidence in the dynamic model was established by validating with experimental exercises. However, for control of the nonlinear and high complexity model control design methods often require excessive computational time. In practice, the reduced-order model is used to conform to computational limitations. In this work, real time system identification is used to construct a linear model of the system from the nonlinear system. These linear models and its uncertainty bound can then be used for controller synthesis. The real time nonlinear system identification process to obtain a set of linear models of the two-link flexible manipulator that represents the operating ranges of the dynamic system. With a selected input signal, the data of stimulation and response is acquired and nonlinear system identification is performed using Matlab to obtain a linear model of the system. The linear system can then be utilised for development of control algorithms of a two-link flexible manipulator system. A multisine signal produces sinusoids of different amplitudes and frequencies, which can be summed to constitute a persistently exciting signal for the identification process. In this work, the signals are carefully adjusted to provide very low speed operation, which is essential for examination of the system nonlinearities.

Keywords : Nonlinear, real time, system identification, two-link flexible robot manipulator.

INTRODUCTION

Flexible manipulators have several advantages over rigid robots: they require less material, are lighter in weight, consume less power, require smaller actuators, are more manoeuvrable and transportable, have less overall cost and higher payload to robot weight ratio. These types of robots are used in a wide spectrum of applications starting from simple pick and place operations of an industrial robot to micro-surgery, maintenance of nuclear plants and space robotics [1]. For practical applications, two-link flexible manipulators are preferred as they provide more flexibility in their applications. However, control of flexible manipulators to maintain accurate positioning is an extremely challenging. The complexity of the problem increases dramatically for a two-link flexible manipulator as the system is a kind of multi-input multi-output (MIMO) system and several other factors such as coupling between both links and effects of vibration between both links have to be considered. Moreover, the dynamic behaviour of the manipulator is significantly affected by payload variations. If the advantages associated with lightness are not to be sacrificed, accurate models and efficient controllers for a two-link flexible manipulator have to be developed.

The main goal of modelling of a two-link flexible manipulator is to achieve an accurate model representing the actual system behaviour. It is important to recognise the flexible nature and dynamic characteristics of the system and construct a suitable mathematical framework. Modelling of a single-link flexible manipulator has been widely established. Various approaches have been developed which can mainly be divided into two categories: the numerical analysis approach and the assumed mode method (AMM). The numerical analysis methods that are utilised include finite difference and finite element methods. Both approaches have been used in obtaining the dynamic characterisation of single-link

flexible manipulator systems incorporating damping, hub inertia and payload. Performance investigations have shown that the finite element method can be used to obtain a good representation of the system [2].

Previous study utilising the AMM for modelling of a single-link flexible manipulator has shown that the first two modes are sufficient to identify the dynamic of flexible manipulators. A good agreement between theory and experiments has been achieved [2]. Besides, several other methods have also been studied. These include a particle swarm optimisation algorithm [3], extended Hamilton's principle and generalised Galerkin's method [4] and a reduced approximated finite order model [5].

Similar to the case of a single-link manipulator, the finite element method and AMM have also been investigated for modelling of a two-link flexible robot manipulator. However, the complexity of the modelling process increases dramatically as compared to the case of a single-link flexible manipulator. Yang and Sadler [6] and [7] have developed the finite element models to describe the deflection of a planar two-link flexible robot manipulator. De Luca [8] have utilised the AMM to derive a dynamic model of multilink flexible robot arms limiting to the case of planar manipulators with no torsional effects. A single-link flexible manipulator model which is suitable for development of a two-link flexible manipulator model has also been described [9]. The results have shown that the accuracy of a single-link model can be improved by inclusion of a shear deformation term. Subudhi and Morris [10] have also presented a systematic approach for deriving the dynamic equations for n-link manipulator where two-homogenous transformation matrices are used to describe the rigid and flexible motions respectively.

The nonlinear model of a two-link flexible manipulator is derived by M Khairudin [11] and for controller design, system identification will be used. Although the theoretical model is difficult to exactly characterise the dynamical behaviour of the system, it provides valuable a priori knowledge about this system. Confidence in the dynamic model was established by validating with experimental exercises. However, for control of the nonlinear and high complexity model control design methods often require excessive computational time. In practice, the reduced-order model is used to conform to computational limitations [12]. In this section, system identification is used to construct a linear model of the system from the nonlinear system. These linear models and its uncertainty bound can then be used for controller synthesis.

SYSTEM IDENTIFICATION

Figure 1 shows the laboratory scale of two-link flexible manipulator. The system identification will identify the nonlinear system of two-link flexible manipulator to find a model for designing suitable controller. The specification of the two-link flexible manipulator can be shown at Table 1.

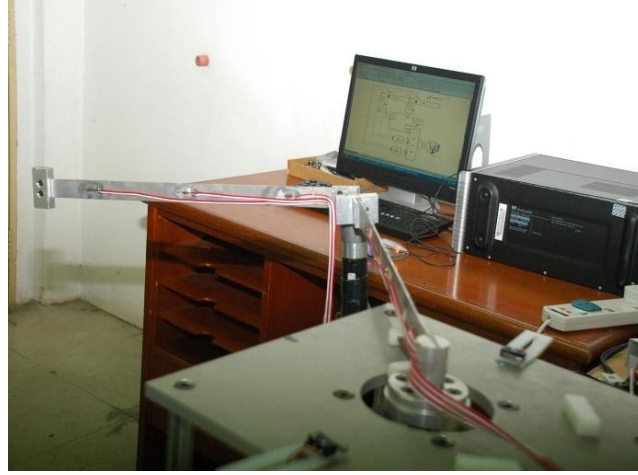


Figure 1: The experimental two-link flexible manipulator

Table 1. Parameter Characterisation of two-link flexible manipulator

Symbol	Parameter	Link-1	Link-2	Unit
m_1, m_2	Mass of link	0.08	0.05	kg
ρ	Mass density	2666.67	2684.56	kgm^{-1}
EI	Flexural rigidity	1768.80	597.87	Nm^2
J_{h1}, J_{h2}	Motor and hub inertia	1.46×10^{-3}	0.60×10^{-3}	kgm^2
M_p	Payload mass (maximum)	-	0.1	kg
\bar{J}_p	Payload inertia (maximum)	-	0.05×10^{-3}	kgm^2
l_1, l_2	Length of link	0.5	0.5	m
	Width of link	0.03	0.025	m
	Thickness of link	2×10^{-3}	1.49×10^{-3}	m
J_{o1}, J_{o2}	Moment of inertia	5×10^{-3}	3.125×10^{-3}	kgm^2
M_{h2}	Mass of the centre rotor	-	0.155	kg

Figure 2 shows a block diagram of the nonlinear system identification process to obtain a set of linear models of the two-link flexible manipulator that represents the operating ranges of the dynamic system. With a selected input signal, the data of stimulation and response is acquired and nonlinear system identification is performed using Matlab to obtain a linear model of the system. The linear system can then be utilised for development of control algorithms of a two-link flexible manipulator system.

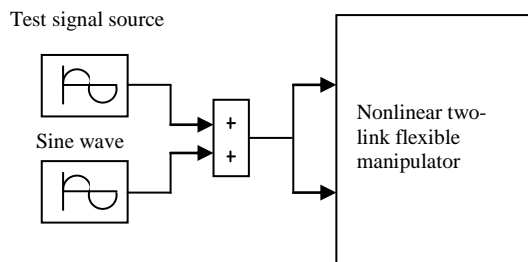


Figure 2: Nonlinear system identification

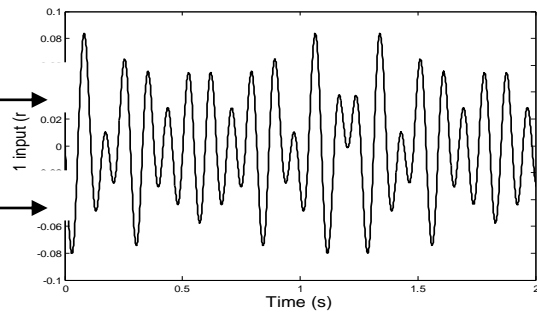


Figure 3: Input signal

A multisine signal produces sinusoids of different amplitudes and frequencies, which can be summed to constitute a persistently exciting signal for the identification process. In this work, the signals are carefully adjusted to provide very low speed operation, which is essential for examination of the system nonlinearities. Figure 3 shows the multisine input signal used in this work.

RESULTS AND DISCUSSION

Based on the input and output data, least square technique is then performed to identify the parameters of the transfer function model. For the system without payload, a sixth-order identified model of link-1 that relates hub angular position output to the voltage input is obtained as

$$G_{11}(s) = \frac{-58.9s^5 - 807s^4 - 3301.1s^3 - 3330s^2 + 1991.8s + 3605.9}{s^6 + 21.7s^5 + 196s^4 + 926.9s^3 + 2261.3s^2 + 2292.1s + 704}$$

where s is a Laplace operator. On the other hand, the transfer function for link-2 is obtained as

$$G_{21}(s) = \frac{-84.1s^5 - 840.9s^4 - 2571.1s^3 - 2782.5s^2 - 1080.3s - 91.2}{s^6 + 10.9041s^5 + 50.9482s^4 + 113.1691s^3 + 112.1175s^2 + 47.4569s + 6.8364}$$

Subsequently, accuracy and applicability of the models are verified by comparing the predicted and nonlinear outputs. Figure 4 shows the predicted and nonlinear outputs of hub angular position response of link-1 of the manipulator. Both outputs are found to be almost similar with a matching degree of 94 %. Besides, predicted and nonlinear responses of the hub angular position of link-2 are shown in Figure 5 with a matching degree of 96 %. The accuracy of the identified models is further verified with step response of both links. Figures 6 and 7 show almost similar step responses for both, the predicted and nonlinear models for link-1 and link-2 respectively. Thus, confidence in utilising the identified models has been established.

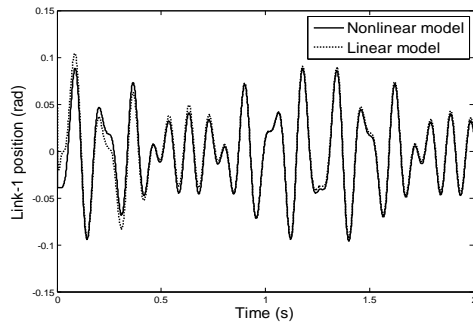


Figure 4: Hub angular position response of link-1 with multisine input signal for linear and nonlinear models

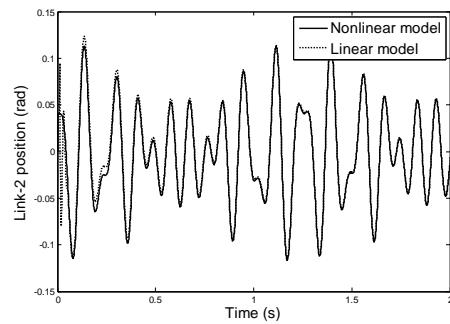


Figure 5: Hub angular position response of link-2 with multisine input signal for linear and nonlinear models

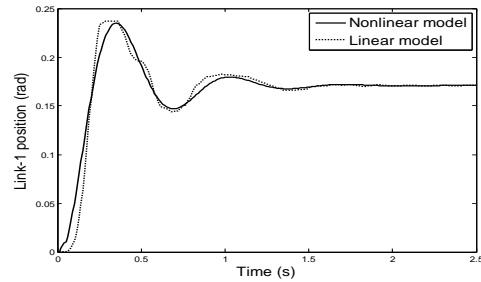


Figure 6: Step response of hub angular position of link-1 with linear and nonlinear models

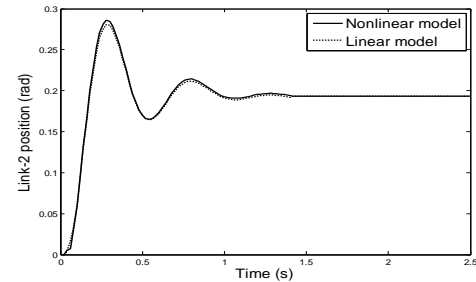


Figure 7: Step response of hub angular position of link-2 with linear and nonlinear models

CONCLUSION

Results showed similarities identification system to achieve an accurate model through identification results between system identification results (linear systems) with nonlinear systems. So that the linear system can be used on a laboratory scale on the design of a model-based control system and mathematical analysis.

REFERENCEES

- [1] Dwivedy, S. K. and Eberhard, P. (2006). Dynamic Analysis of Flexible Manipulators, a Literature Review. *Journal on Mechanism and Machine Theory*. 41(7): 749–777.
- [2] Martin, J. M., Mohamed, Z., Tokhi, M. O., Sa da Costa, J. and Botto, M. A. (2003). Approaches for Dynamic Modelling of Flexible Manipulator Systems. *IEE Proc. Control Theory Application*. 150(4): 401-411.
- [3] Alam, M. S. and Tokhi, M. O. (2007). Design of a Command Shaper for Vibration Control of Flexible Systems: A Genetic Algorithm Optimisation Approach. *Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control*. 26(4): 295–310.
- [4] Pratiher, B. and Dwivedy, S. K. (2007). Non-Linear Dynamics of a Flexible Single Link Cartesian Manipulator. *International Journal of Non-Linear Mechanics*. 42: 1062- 1073.
- [5] Becedas, J., Trapero, J. R., Feliu, V. and Ramirez, H. S. (2009). Adaptive Controller for Single-Link Flexible Manipulators Based on Algebraic Identification and Generalized Proportional Integral Control. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*. 39(3): 735-751.
- [6] Yang, Z. and Sadler, J. P. (1990). Large-Displacement Finite Element Analysis of Flexible Linkage. *ASME Journal of Mechanical Design*. 112: 175-182.
- [7] Dogan, M. and Istefanopulos, Y. (2007). Optimal Nonlinear Controller Design for Flexible Robot Manipulators with Adaptive Internal Model. *IET Control Theory and Applications*. 1(3): 770-778.
- [8] De Luca, A. and Siciliano, B. (1991). Closed-Form Dynamic Model of Planar Multi-Link Lightweight Robots. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*. 21(4): 826-839.
- [9] Morris, A. S. and Madani, A. (1996). Inclusion of Shear Deformation Term to Improve Accuracy in Flexible-Link Robot Modelling. *Mechatronics*. 6: 631-647.
- [10] Subudhi, B. and Morris, A. S. (2002). Dynamic Modelling, Simulation and Control of a Manipulator with Flexible Links and Joints. *Robotics and Autonomous Systems*. 41: 257-270.
- [11] Khairudin, M., Mohamed, Z., Husain, A. R. and Ahmad, A. (2010). Dynamic Modelling and Characterisation of a Two-Link Flexible Robot Manipulator. *Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control*. 29(3): 207-219.
- [12] Ho, M. T. and Tu, Y. W. (2006). Position Control of a Single-Link Flexible Manipulator using H_∞ Based PID Control. *IEE Proc. Control Theory and Applications*, 153(5): 615-622.



5843/JUN32.5/DT/2013

This
Certificate of Attendance
is awarded to

MOH. KHAIRUDIN

for his/her valuable participation in
International Seminar on Electrical, Informatics, and Its Education (SEIE) 2013
“Cloud Computing and Its Application on Education”
as

Author

which held at Graha Cakrawala Building, The State University of Malang
Oct 5th, 2013

Keynote Speaker | 1. Mr. Anthony Ngo (MICROSOFT Asia Pacific)
2. Mr. Gatot Hari P. (Director of SEAMOLEC)

Dr. Waras, M. Pd.
Dean of Engineering Faculty

Dr. Hakkun Elmunsyah, M.T.
Chairman



The Learning
University

EIE SEMINAR ON ELECTRICAL,
INFORMATICS AND ITS EDUCATION



Moh. Khairudin

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

Alamat: Karangmalang, Yogyakarta. 55281.
Telp. (0274) 550839 Fax. (0274) 518617. e-mail: lppm.uny@gmail.com

FRM/LEMLIT-PROG/09-02
04 NOV. 2008

**BERITA ACARA
PELAKSANAAN SEMINAR HASIL PENELITIAN DANA DESENTRALISASI**

1. Nama Peneliti : Moh. Khairudin
2. Jurusan/Prodi : Pend. Teknik Elektro
3. Fakultas : Teknik
4. Skim Penelitian : Hibah Bersaing
5. Judul Penelitian : Pengembangan Unit Robot lengan Lentur Dua-link Sebagai Sarana Pengembangan Kompetensi Bidang Otomasi & Robotika Guru-guru SMK
6. Pelaksanaan : Tanggal 18 November 2013 Jam 07.30 - 14.00
7. Tempat : Ruang Sidang LPPM - UNY
8. Dipimpin oleh : Ketua Dr. Mujiyono
Sekretaris Dr. Endang Mulyatiningsih
9. Peserta yang hadir : a. Konsultan : orang
b. Nara sumber : 2 orang
c. BPP : 1 orang
d. Peserta lain : 10 orang
Jumlah : orang

SARAN-SARAN

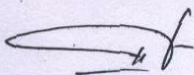
1. Perlu penjabaran kompetensi yang akan dikembangkan
2. Pelibatan guru dalam pengembangan kompetensi bidang robot.
3. Peta jalan tentang pengembangan kompetensi bidang otomasi robotika.

10. Hasil Seminar;

Setelah mempertimbangkan penyajian, penjelasan, argumentasi serta sistematika dan tata tuli seminar berkesimpulan bahwa hasil penelitian tersebut di atas :

- a. Diterima, tanpa revisi/pembenahan hasil Penelitian
- b. Diterima, dengan revisi/pembenahan
- c. Dibenahi untuk diseminarkan ulang

Ketua Sidang



Dr. Mujiyono

NIP: 19710515 1997021001

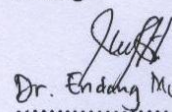
Mengetahui
Pembahas/Reviewer
Penelitian



Dr. Siti Hamidah

NIP:

Sekretaris
Sidang



Dr. Endang Mulyatiningsih

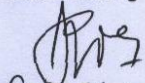
NIP: 19630111 198812200

DAFTAR HADIR SEMINAR HASIL PENELITIAN

Jenis Seminar :
 Hari/tanggal :
 Waktu :
 Tempat :
 Kelompok : 3 & 4

No.	N A M A	GELAR	TANDA TANGAN
1	SAHID	M.Sc	1.
2	RR LIS PERMANA SARI	M.Si	2.
3	EVY YULIANTI	M.Sc	3.
4	HARI SUTRISNO	Dr.	4.
5	RADEN ROSNAWATI	M.Si	5.
6	EDDY PURNOMO	M.Kes	6.
7	Sudiyono AD	M.Sc	7.
8	Pramudiyanto	M.Eng	8.
9	Darmono	M.T.	9.
10	Faqih Ma'arif	M.Eng	10.
11	Moh. Khairudin	M.T.	11.
12	Mashoedah	M.T.	12.
13	SUTOPO	M.T.	13.
14	Dr. Endang Mulyatiningsih	Dr.	14.
15	DJOKO LARAS BUDYO TARUNO	M.Pd	15.
16	Suyanta	Dr.	16.
17	Sri Atun	Prof. Dr.	17.
18	Mujiyono	Dr.	18.
19	Siti Hamidah	Dr.	19.
20			20.
21			21.
22			22.
23			23.

Yogyakarta,
 Ketua Sidang


 S.N. Atun.



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
Alamat: Karangmalang, Yogyakarta. 55281.
Telp. (0274) 550839 Fax (0274) 518617. e-mail: lppm.uny@gmail.com

**BERITA ACARA
PELAKSANAAN SEMINAR PROPOSAL/INSTRUMEN PENELITIAN**

1. Nama Peneliti : M. KHAIRUDIN, M.T
2. Jurusan/Prodi :
3. Fakultas : FT
4. Skim Penelitian : APHB
5. Judul Penelitian : PENGEMBANGAN UNIT ROBOT LENGAN LENTUK DAN-LINK
SEBAGAI SARANA PENGEMBANGAN KOMPETENSI BIDANG
OTOMASI DAN ROBOTIKA
6. Pelaksanaan : Tanggal 27/12/2013 Jam 14.30 GURU-GURU SMK JURUSAN
LISTRIK DAN ELEKTRONIKA
7. Tempat : LPPM
8. Dipimpin oleh : Ketua PR. SUKINJO
Sekretaris ROSMA PURNASTUTI
9. Peserta yang hadir : a. Konsultan : orang
b. Nara sumber : 2.. orang
c. BPP : 1.. orang
d. Peserta lain : 7.. orang
Jumlah : 10.. orang

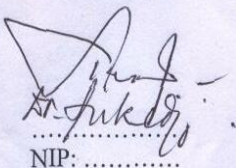
SARAN-SARAN
CATATAN: PEMBANTAS TIDAK HADIR.

10. Hasil Seminar;

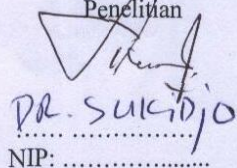
Setelah mempertimbangkan penyajian, penjelasan, argumentasi serta sistematika dan tata tulis, seminar berkesimpulan bahwa proposal penelitian tersebut di atas:

- a. Diterima, tanpa revisi/pembenahan usulan/instrumen/hasil
- b. Diterima, dengan revisi/pembenahan
- c. Dibenahi untuk diseminarkan ulang

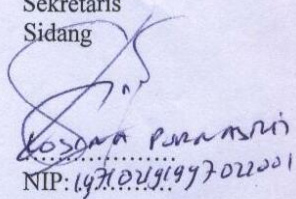
Ketua Sidang


NIP:

Mengetahui
Badan Pertimbangan
Penelitian


DR. SUICIDJO
NIP:

Sekretaris
Sidang


NIP: 19710219197022001

DAFTAR HADIR SEMINAR PELITIAN

Jenis Seminar : Desain Proposal/Instrumen Penelitian
 Hari, Tanggal : Sabtu, 22 Juni 2013
 Pukul : 07.30 - Selesai
 Tempat : Ruang Sidang LPPM
 Kelompok :

No.	N A M A	GELAR	TANDA TANGAN	
1	Sumarno	Ph.D	1.	2.
2	Sukidjo	Dr. M.Pd	3.	4.
3	Sri Sumardiningsih	M.Si	5.	6.
4	Ratna Candra Sari	SE., M.Si, AK	7.	8.
5	Eny Kusdarini	SH., M.Hum,	9.	10.
6	Sukirno	M.Si., Ph.D	11.	12.
7	Losina Purnastuti	Ph.D	13.	14.
8	Ali Muhson	M.Pd	15.	16.
9	Endang Mulyani	M.Si	17.	18.
10	Marzuki	Dr. M.Ag	19.	20.
11	AM. Bandi Utama	Drs. M.Pd	21.	22.
12	BM Wara Kushartanti	Dr.dr., M.S	23.	24.
13	Rachmah Laksmi Ambardini	Dr., M.Kes	25.	26.
14	Moh. Khairudin	MT	27.	28.
15	Djamilah Bondan W	Dr. M.Si	29.	30.
16	Sugiman	Dr.	31.	32.
17	Ali Mahmudi	Dr.	33.	34.
18	Suyanta	Dr.	35.	
19	Jailani	Dr.		
20	Kun Sri Budiasih	M.Si		
21	Dyah Purwaningsih	M.Si		
22	Tutik Rahayu	dr. M.Kes		
23	Zuhdan Kun Prasetyo	Prof. M.Ed		
24	AK Pródjo santoso	Prof. Ph.D		
25	Agus Maman Abadi	Dr.		
26	Budi Purwanto	M.Si		
27	C. Asri Budiningsih	Prof. Dr.		
28	Edi Purwanta	Dr., M.Pd		
29	Sukirno	Ph.D		
30	Pamuji Sukoco	Dr		
31	Sukidjo	Dr		
32	Hiryanto	M.Si		
33	Sri Atun	Prof. Dr.		
34	BM. Woro Kushartanti	Dr		
35	Penny Rahmawati	Dr		

Yogyakarta, 22 Juni 2013

Ketua Sidang

[Signature]
 Dr. Sukidjo, M.Pd



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

Alamat: Karangmalang, Yogyakarta. 55281.
Telp. (0274) 550839 Fax (0274) 518617. e-mail: lppm.uny@gmail.com

SURAT PERJANJIAN INTERNAL
PELAKSANAAN PENELITIAN HIBAH BERSAING
Nomor : 22/HB-Multitahun/UN 34.21/2013

Pada hari ini selasa tanggal delapan belas bulan Juni tahun dua ribu tiga belas kami yang bertanda tangan di bawah ini :

1. Prof. Dr. Anik Ghufro. : Ketua Lembaga Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Negeri Yogyakarta yang berkedudukan di Yogyakarta dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama perguruan tinggi tersebut; selanjutnya disebut PIHAK PERTAMA.
2. Moh. Khairudin, MT : Ketua Tim Peneliti dari Penelitian Hibah Bersaing , yang beralamat di Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta, selanjutnya disebut PIHAK KEDUA.

Surat Perjanjian Internal ini berdasarkan :

1. Undang-undang Republik Indonesia No. 20 Tahun 2003, tentang Sistem Pendidikan Nasional;
2. Undang-undang Republik Indonesia No. 17 Tahun 2003, tentang Keuangan Negara;
3. Undang-undang Republik Indonesia No. 01 Tahun 2004, tentang Perbendaharaan Negara;
4. Undang-undang Republik Indonesia No. 15 Tahun 2004, tentang Pemeriksaan dan Tanggung Jawab Keuangan Negara;
5. Peraturan Presiden No. 47 Tahun 2009, tentang Pembentukan dan Organisasi Kementerian Negara;
6. Keputusan Menteri Pendidikan Nasional No. 975/A3/3/KU/2011, tentang Pengangkatan Pejabat Perbendaharaan/Pengelola Keuangan pada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat;
7. Peraturan Menteri Pendidikan Nasional No. 31 Tahun 2010, tentang Organisasi dan Tata Keuangan Kementerian Pendidikan Nasional;
8. Peraturan Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor: 09/DIKTI/Kep/2011, tentang Petunjuk Teknis Kegiatan Penugasan di Lingkungan Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat;
9. Keputusan Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor: 35/DIKTI/Kep/2011, tentang Penugasan Pelaksanaan Penelitian bagi Dosen Perguruan Tinggi Tahun 2011;
10. Surat Perjanjian Penugasan dalam Rangka Pelaksanaan Program Penelitian Hibah Bersaing Tahun Anggaran 2013. Nomor : 447a/HB-Multitahun/UN34.21/2013 tanggal 13 Mei 2013
11. DIPA Universitas Negeri Yogyakarta No. : DIPA-023.04.2.189946/2013 tanggal 5 Desember 2012. Revisi ke-3 No.: DIPA-023.04.2.189946/2013 tanggal 6 Mei 2013.

12. Surat Keputusan Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat UNY No. : 053 Tahun 2013 tanggal 10 Mei 2013 tentang Penetapan Nama dan Judul Penelitian Hibah Bersaing Universitas Negeri Yogyakarta

PIHAK PERTAMA dan PIHAK KEDUA secara bersama-sama bersepakat mengikatkan diri dalam suatu Perjanjian Pelaksanaan Penelitian Hibah Bersaing dengan ketentuan dan syarat-syarat sebagai berikut:

Pasal 1

PIHAK PERTAMA memberi tugas kepada PIHAK KEDUA, dan PIHAK KEDUA menerima tugas tersebut sebagai penanggung jawab dan mengkoordinasikan pelaksanaan Penelitian Hibah Bersaing dengan judul dan nama Ketua/Anggota Peneliti sebagai berikut :

Judul : Pengembangan Unit Robot Lengan Lentur Dua-Link Sebagai Sarana Pengembangan Kompetensi Bidang Otomasi dan Robotika Guru-Guru SMK Jurusan Listrik dan Elektronika
Ketua Peneliti : Moh. Khairudin, MT
Anggota : 1. Zamtinah, M.Pd
2. T.H. Trimaryadi, M.Pd
3. Ilmawan Mustakim, MT

Pasal 2

- (1) PIHAK PERTAMA memberikan dana Penelitian Hibah Bersaing yang tersebut pada Pasal 1 sebesar Rp 50000000. (lima puluh juta rupiah) yang dibebankan kepada Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) Universitas Negeri Yogyakarta No. : DIPA-023.04.2.189946/2013 tanggal 5 Desember 2012. Revisi ke-3 No.: DIPA-023.04.2.189946/2013 tanggal 6 Mei 2013.
- (2) PIHAK KEDUA berhak menerima dana tersebut pada ayat (1) dan berkewajiban menggunakan sepenuhnya untuk pelaksanaan penelitian sebagaimana pasal 1 sampai selesai sesuai ketentuan pembelanjaan keuangan negara.

Pasal 3

Pembayaran dana Penelitian Hibah Bersaing ini akan dilaksanakan melalui Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat UNY dan dibayarkan secara bertahap dengan ketentuan sebagai berikut :

- (1) Tahap Pertama 70% sebesar Rp 35000000 (tiga puluh lima juta rupiah) setelah Surat Perjanjian ini ditandatangani oleh kedua belah pihak.
- (2) Tahap Kedua 20% sebesar Rp 10000000 (sepuluh juta rupiah) setelah PIHAK KEDUA menyerahkan Laporan Akhir Hasil Pelaksanaan Penelitian Hibah Bersaing kepada PIHAK PERTAMA dalam bentuk hardcopy sebanyak 6 (enam) eksemplar disertai softcopy (CD dalam format "pdf") paling lambat tanggal 31 Oktober 2013.
- (3) Tahap ketiga 10% sebesar Rp 5000000 (lima juta rupiah) setelah PIHAK KEDUA menyerahkan Hasil Kinerja Penelitian kepada PIHAK PERTAMA dalam bentuk hard copy sebanyak 3 (tiga) disertai Softcopy (CD dalam bentuk format "PDF".
- (4) PIHAK KEDUA wajib membuat Laporan Kemajuan Pelaksanaan Penelitian Hibah Bersaing dan Laporan Penggunaan Keuangan sejumlah termin I sebesar 70%, dan diserahkan kepada PIHAK PERTAMA dalam bentuk hardcopy masing-masing 2 (dua) eksemplar paling lambat tanggal 15 Agustus 2013.
- (5) PIHAK KEDUA berkewajiban mempertanggungjawabkan pembelanjaan dana yang telah diterima dari PIHAK PERTAMA dan menyimpan bukti-bukti pengeluaran yang telah disesuaikan dengan ketentuan pembelanjaan keuangan Negara.

Pasal 6

- (1) Apabila ketua peneliti sebagaimana dimaksud pasal 1 tidak dapat menyelesaikan pelaksanaan penelitian ini, maka PIHAK KEDUA wajib menunjuk pengganti ketua pelaksana sesuai dengan bidang ilmu yang diteliti dan merupakan salah satu anggota tim;
- (2) Bagi Peneliti yang tidak dapat menyelesaikan kewajibannya dalam Tahun Anggaran yang sedang berjalan dan waktu proses pencairan biayanya telah berakhir, maka seluruh dana yang belum sempat dicairkan dinyatakan hangus dan kembali ke Kas Negara.
- (3) Apabila PIHAK KEDUA tidak dapat melaksanakan tugas sebagaimana dimaksud pada pasal 1 maka harus mengembalikan seluruh dana yang telah diterimanya kepada PIHAK PERTAMA, untuk selanjutnya disetor ke Kas Negara.
- (4) Apabila dikemudian hari terbukti bahwa judul-judul penelitian sebagaimana dimaksud pada Pasal 1 dijumpai adanya indikasi duplikasi dengan penelitian lain dan/atau diperoleh indikasi ketidakjujuran dan itikad kurang baik yang tidak sesuai dengan kaidah ilmiah, maka penelitian tersebut dinyatakan batal dan PIHAK KEDUA wajib mengembalikan seluruh dana penelitian yang telah diterimanya kepada PIHAK PERTAMA untuk selanjutnya disetor ke Kas Negara.

Pasal 7

Hak Kekayaan Intelektual yang dihasilkan dari pelaksanaan penelitian tersebut diatur dan dikelola sesuai dengan peraturan dan perundang-undangan yang berlaku.

Pasal 8

Hasil penelitian berupa peralatan dan / atau alat yang dibeli dari kegiatan penelitian ini adalah milik negara yang dapat dihibahkan kepada Universitas Negeri Yogyakarta atau Lembaga Pemerintah lain melalui Surat Keterangan Hibah.

Pasal 9

Surat Perjanjian Internal Pelaksanaan Penelitian Hibah Bersaing ini dibuat rangkap 2 (dua), dan masing-masing dibubuhi meterai sesuai dengan ketentuan yang berlaku, dan biaya meterainya dibebankan kepada PIHAK KEDUA.

Pasal 10

Hal-hal yang belum diatur dalam perjanjian ini akan ditentukan kemudian oleh kedua belah pihak secara musyawarah.

PIHAK KEDUA
Ketua Peneliti,

PIHAK PERTAMA
Ketua LPPM
Universitas Negeri Yogyakarta

Moh. Khairudin, MT,



Prof. Dr. Anik Ghufroon
NIP. 19621111 198803 1 001